



DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS À BASE DE AMÊNDOA

Teresa Aguilar Galamba de Oliveira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Alimentar

Orientador: Professora Doutora Margarida Gomes Moldão Martins

Júri:

Presidente: Doutora Maria Luísa Louro Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutor Miguel Pedro de Freitas Barbosa Mourato, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

2017

“O problema não é Deus. O universo resume-se a uma prova da inexistência de Deus. Olhe à sua volta e veja o deserto. São os homens que tomam conta das nossas vidas. Já reparou que entre os animais é o líder que vai combater o líder rival? Os animais não mandam os peões para debaixo dos cavalos. No reino animal, os líderes são os primeiros. Se nós fizéssemos o mesmo, os conflitos seriam substancialmente diferentes. E o mesmo princípio não seria apenas aplicado em casos de guerra, mas também em todas as vertentes da sociedade. Mas o problema é que o povo é um girassol: volta-se para onde brilha a luz, de forma automática, sem razão, sem discernimento. É assim o povo com os seus líderes. Somos todos uns girassóis.”

In “Para Onde Vão os Guarda-Chuvas” – Afonso Cruz

Agradecimentos

É com grande consideração e apreço, que agradeço a todos os que direta ou indiretamente, contribuíram e me motivaram, não só para a realização deste trabalho, mas também ao longo do meu percurso académico.

À Professora Margarida Moldão Martins, por tudo o que me ensinou, por todo o apoio e disponibilidade prestada, bem como por todos os conselhos que me foi dando ao longo desta aventura, orientando-me sempre pelo melhor caminho no decorrer do trabalho.

À Herdade do Sabugueiro, pelo desafio proposto na fase inicial do desenvolvimento da presente dissertação.

A todos os colegas e funcionários do Edifício Ferreira-Lapa, do Instituto Superior de Agronomia, por todo o apoio e ajuda sempre que solicitados por mim.

Aos meus colegas e amigos, Carlos Teixeira, Fábio Silva, Kieza Santos, Margarida Lourenço e Mariana Bernardo, que me acompanharam ao longo de todo este percurso e que foram companheiros de horas extraordinárias, quer em trabalhos de grupo, quer em momentos de lazer. Em especial, quero agradecer ao Carlos e à Kieza, membros do ISA Happiness Club, por serem os melhores companheiros e conselheiros que poderia ter tido ao longo desta vida académica, por todos os bons momentos partilhados e por praticarem diariamente comigo a felicidade.

Ao meu grupo de amigos, que são a segunda família e que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a pessoa que me tornei hoje, fazendo parte de todos os projetos da minha vida, incluindo este. Em especial, quero agradecer às minhas amigas, Cláudia, Inês e Patrícia, que são as amigas de sempre e para sempre, que estão sempre dispostas a estar do outro lado quando mais necessito, ao longo de todas as etapas da minha vida. Agradeço também à Maria, que apesar de ser uma amizade mais recente, acompanhou todo este processo desde o início, esteve sempre disponível para me ajudar e me apoiou sempre que foi necessário.

Ao meu namorado João, por todo o carinho, apoio incondicional, motivação e ajuda, que me prestou não só no decorrer deste trabalho, mas também em todas as partes da minha vida.

Por último, quero agradecer a toda a minha família, que contribuiu para a minha educação e formação enquanto pessoa. Em especial agradeço aos meus pais, Manuel e Cristina, por todo o esforço que fizeram para me poderem proporcionar todas as oportunidades, por todo o apoio incondicional, por todos os conselhos ao longo deste percurso, pela paciência e por fomentarem na minha personalidade, valores morais como a honestidade, a humildade e o respeito.

Resumo

O presente trabalho centra-se no desenvolvimento de uma bebida e pasta de amêndoa e iniciou na caracterização de produtos comerciais que foram submetidos a análise físico-química (cor, °Brix e pH) e sensorial (teste de aceitação e teste de ordenação). As amostras comerciais de bebida amêndoa analisadas foram: *Alpro Original* (AA), *Alpro s/açúcar* (ASA), *Provamel* com Xarope de Agave (PXA) e *Provamel* (PA). As pastas comerciais analisadas foram: pasta de amêndoa com pele da *Nature Foods* (AP) e pasta de amêndoa sem pele da *Próvida* (ASP). Para as amostras de bebida de amêndoa produzidas, testaram-se dois níveis de teor de amêndoa: cerca de 14% (AH400) e cerca de 7% (AH200 - proveniente de amêndoa hidratada e AS200 - proveniente de amêndoa sem hidratação prévia). As pastas de amêndoa foram produzidas atendendo a diferentes proporções de incorporação do resíduo da filtração da bebida de amêndoa: 1:1 (100A), 1:0,75 (75A) e 1:0,50 (50A). Foi também produzida uma quarta amostra sem incorporação de resíduo (AS200). Uma análise conjunta dos resultados do controlo físico-químico e sensorial, permitiu concluir que relativamente à cor os provadores preferem amostras com uma cor mais esbranquiçada (valor de $L^* \geq 80$), como as amostras PXA e PA. No que respeita ao teor de sólidos solúveis, as amostras ASA e PA apresentaram os valores mais baixos de °Brix (1,0). Assim, o °Brix parece ser independente do teor de amêndoa, já que ASA contém 2% e PA contém 7%. A análise sensorial destas bebidas permitiu concluir que, independentemente do tipo de consumidores, estes preferem as bebidas com menor teor de amêndoa (2%) e com adição de açúcar. Para as pastas comerciais foi apenas analisado o parâmetro cor, em que se concluiu que as amostras AP apresentam uma coloração menos castanha, logo valores mais baixos de L^* , C^* e h° , comparativamente às amostras ASP. A nível sensorial os provadores preferiram a pasta de amêndoa sem pele (ASP). No que respeita ao desenvolvimento dos produtos, concluiu-se que para as bebidas, a amostra preferida pelos consumidores foi aquela com o maior teor de amêndoa presente e hidratada (AH400), seguida pela AS200 com um menor teor de amêndoa e sem hidratação, pelo que se pode apontar para a não hidratação e níveis inferiores de amêndoa. Para as pastas concluiu-se que a amostra preferida pelos consumidores foi a AS200 (s/incorporação de resíduo). De entre as amostras que continham a incorporação do resíduo, os consumidores preferiram a amostra com menor grau de incorporação (50A). Assim, concluiu-se que o resíduo pode ser utilizado na produção das pastas, mas a níveis baixos.

Palavras chave: amêndoa, bebida de amêndoa, pasta de amêndoa, análise sensorial, análise físico-química

Abstract

The present work focuses on the development of an almond beverage and paste, and began with the characterization of commercial products, based on physical-chemical analysis (color, °Brix and pH) and sensory analysis (acceptance test and sorting test). The commercial samples of the almond beverages were: *Alpro Original* (AA), *Alpro s/açúcar* (ASA), *Provamel com Xarope de Agave* (PXA) e *Provamel* (PA). The almond pastes analyzed were: *Pasta de amêndoa com pele* from *Nature Foods* (AP) and *Pasta de amêndoa sem pele* from *Próvida* (ASP). For the produced almond beverages, were tested two levels of almond content: one with about 14% (AH400) and another about 7% (AH200 - from hydrated almonds and AS200 - from almonds without previous hydration). The almond pastes were produced according to the different ratios from incorporation of the filtration residue from the almond beverage: 1:1 (100A), 1:0,75 (75A) and 1:0,5 (50A). A fourth sample without the incorporation was also produced (AS200). In an analysis between the physical-chemical control and sensory analysis, it was concluded that for the color parameter, the consumers prefer samples with a whitish color (L^* value ≥ 80), such as the PXA and PA samples. In terms of the soluble solids content, the ASA and PA samples had the lowest values of °Brix (1,0). Thus, the °Brix appears to be independent of the almond content, since ASA contains 2% and PA contains 7% of this content. The sensory analysis of this beverages allowed us to conclude that, regardless the type of consumers, the beverages with lower content of almond (2%) and with added sugar, are always preferred. For the commercial almond pastes, the color was the only parameter evaluated, in which was concluded that the AP samples presented a less brown color, with a lower value of L^* , C^* and h° , compared to the ASP samples. In the sensory analysis, the tasters preferred the skinless almond paste (ASP). Relatively to the samples produced, it was concluded that for the beverages, the sample preferred by consumers was the one with the highest hydrated almond content (AH400), followed by the AS200 with lower content and without hydration, reason why it can indicate to no hydration and lower levels of almond content. For the pastes, it was concluded the preferred sample was the AS200 (without incorporation from da residue). Between the samples with the residue incorporation, consumers preferred the sample 50A (1:0,5). Thus, it has been found that the residue can be used in the incorporation of pastes, but a lowers levels.

Keywords: Almond, almond beverage, almond paste, sensory analysis, physical-chemical analysis

Índice

Agradecimentos.....	vi
Resumo	viii
Abstract	ix
Lista de Quadros	xii
Lista de Figuras	xiv
Siglas e Acrónimos.....	xvi
Preâmbulo	xvii
1. Introdução	1
1.1 Amendoeira	1
1.1.1 Caracterização Botânica	1
1.1.2 Evolução da Cultura em Portugal.....	2
1.2 Amêndoa	4
1.2.1 Mercado.....	4
1.2.2 Tecnologia Pós-Colheita da Amêndoa	7
1.2.3 Caracterização Físico-química da Amêndoa	10
1.2.4 Composição Nutricional da Amêndoa	12
1.3 Produtos derivados de sementes e frutos secos	18
1.3.1 Bebidas alternativas ao leite.....	18
1.3.2 Pastas à base de sementes e frutos secos.....	23
2 Desenvolvimento Experimental	27
2.1 Metodologias Analíticas.....	27
2.1.1 Caracterização físico-química	27
2.1.2 Análise Sensorial – Método de aceitação/hedónico.....	28
2.1.3 Análise Sensorial – Método de ordenação.....	29
2.1.4 Análise Estatística dos Resultados	29
2.2 Caracterização de produtos comerciais derivados de amêndoa	32
3.2.1 Caracterização de bebidas de amêndoa comerciais.....	32
3.2.2 Caracterização de pastas de amêndoa comerciais	41
2.3 Desenvolvimento da Bebida de Amêndoa	47
2.3.1 Procedimento Experimental	47

2.3.2	Apresentação e discussão de resultados.....	49
2.3.3	Análise multivariada dos resultados	54
2.4	Desenvolvimento da Pasta de Amêndoa	57
2.4.1	Procedimento Experimental	57
2.4.2	Apresentação e discussão de resultados.....	59
2.4.3	Análise multivariada dos resultados	63
3	Conclusões	66
4	Referências Bibliográficas	68
	Anexos.....	78

Lista de Quadros

Quadro 1 - Composição Nutricional por 100g de miolo de amêndoa com pele e miolo de amêndoa torrada sem pele.....	13
Quadro 2 - Composição Nutricional de bebida de soja, amêndoa e arroz num copo de 240 mL	19
Quadro 3 - Composição Nutricional de “manteiga de amêndoa”, “manteiga de sementes de girassol” e “manteiga de amendoim”, por 32 g (\approx 2 colheres de sopa)	24
Quadro 4 - Características do Paineiro de Provadores.....	37
Quadro 5 - Características do Paineiro de Provadores.....	44
Quadro 6 - Resultados do teste de ordenação para as amostras de bebida de amêndoa	49
Quadro 7 - MODA para as amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas.....	50
Quadro 8 - Parâmetros analisados para as amostras de bebida de amêndoa AH400 e AS200	53
Quadro 9 - Valores de Friedman obtidos no teste de ordenação para as amostras de pasta de amêndoa	59
Quadro 10 - MODA para as amostras de pasta de amêndoa.....	59
Quadro 11 - Média para as amostras de pasta de amêndoa.....	60
Quadro 12 - Parâmetros analisados para as amostras de pasta de amêndoa 50A e AS200	62
Quadro 13 - Caracterização da cor das amostras de bebida de amêndoa, através dos parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e h°	85
Quadro 14 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test) para o parâmetro L^* , para cada amostra de bebida de amêndoa.....	85
Quadro 15 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test) para o parâmetro C^* , para cada amostra de bebida de amêndoa.....	85
Quadro 16 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test) do parâmetro h° , para cada amostra de bebida de amêndoa.....	85
Quadro 17 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test), para o parâmetro pH, para cada amostra de bebida.....	86
Quadro 18 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test), para o teor de sólidos solúveis ($^\circ$ Brix), para cada amostra de bebida.....	86
Quadro 19 - Caracterização da cor para a pasta de amêndoa, através dos parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e h°	87
Quadro 20 - Análise estatística do teste Fischer LSD para o parâmetro L^* para cada amostra de pasta de amêndoa.....	87
Quadro 21 - Análise estatística do teste Fischer LSD para o parâmetro C^* para cada amostra de pasta de amêndoa.....	87
Quadro 22 - Análise estatística do teste Fischer LSD para o parâmetro h° para cada amostra de pasta de amêndoa.....	87
Quadro 23 - Valores próprios da matriz de correlação, variabilidade total e valores cumulativos das amostras.....	88

Quadro 24 - Análise fatorial das componentes principais dos parâmetros químicos e sensoriais das amostras	88
Quadro 25 - Valores próprios da matriz de correlação, variabilidade total e valores cumulativos das amostras	89
Quadro 26 - Análise fatorial das componentes principais dos parâmetros químicos e sensoriais das amostras de pasta de amêndoa	89

Lista de Figuras

Figura 1 - Morfologia da Amêndoa	2
Figura 2 - Morfologia da Amêndoa	2
Figura 3 - Evolução da cultura da amendoeira, relativamente à área e volume de produção	2
Figura 4 - Evolução da quota de mercado da amendoeira, nos EUA, Itália e Espanha.....	4
Figura 5 - Evolução da área de produção na América, Europa, Ásia e África entre 2003 e 2004	5
Figura 6 - Evolução do volume de produção na América, Europa, Ásia e África entre 2003 e 2004.....	6
Figura 7 - Diagrama de Tecnologia Pós-Colheita da Amêndoa.....	7
Figura 8 - Diagrama de Produção de Bebida de Amêndoa	20
Figura 9 - Diagrama de Produção de Pasta de Amêndoa	25
Figura 10 - Amostras comerciais de bebida de amêndoa.....	32
Figura 11 - Parâmetro L* das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p<0,05$)	33
Figura 12 - Parâmetro C* das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p<0,05$)	34
Figura 13 - Parâmetro h° das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p<0,05$)	35
Figura 14 - Parâmetro pH das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p<0,05$)	36
Figura 15 – Parâmetro TSS (°Brix) das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p<0,05$).....	36
Figura 16 - Pontuações dos atributos das amostras de bebida de amêndoa comerciais	38
Figura 17 - Intensidade do Sabor a Amêndoa das amostras de bebidas de amêndoa comerciais	39
Figura 18 - Intenção de compra das amostras de bebida de amêndoa comerciais	40
Figura 19 - Amostras comerciais de pasta de amêndoa.....	41
Figura 20 - Parâmetro de L* das amostras de pasta de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p<0,05$)	42
Figura 21 - Parâmetro de C* das amostras de pasta de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p<0,05$)	43
Figura 22 - Parâmetro de h° das amostras de pasta de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p<0,05$)	44
Figura 23 – Pontuações dos atributos das amostras de pasta de amêndoa comerciais	45
Figura 24 - Intensidade do Sabor a Amêndoa das amostras de pasta de amêndoa comerciais	46
Figura 25 - Intenção de compra das amostras de pasta de amêndoa comerciais	46
Figura 26 – Amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas (AH400, AS200 e AH200).....	49
Figura 27 - Pontuações dos atributos das amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas.....	50
Figura 28 - Intensidade do Sabor a Amêndoa das amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas ..	51
Figura 29 - Intenção de compra das amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas	52

Figura 30 - Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (L* - Luminosidade; C* - Saturação; h° - Tonalidade; °Brix – TSS (°Brix); pH; Aspecto Geral; Aroma; Gosto; Doce; Cor)	54
Figura 31 - Projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (AA - Alpro Original; ASA - Alpro s/ açúcar; PA - Provamel; PXA - Provamel c/ Xarope de Agave; AH400 - 400g de amêndoa hidratada/ L de água; AS200 - 200g amêndoa/L de água).....	55
Figura 32 - Dendograma das amostras de bebida de amêndoa AA - Alpro Original; ASA - Alpro s/ açúcar; PA - Provamel; PXA - Provamel c/ Xarope de Agave; AH400 - 400g de amêndoa hidratada/ L de água; AS200 - 200g amêndoa/L de água	55
Figura 33 - Amostras elaboradas laboratorialmente A200 (200), 100A (1:1), 75A (1:0,75) e 50A (1:0,5)	58
Figura 34 – Pontuações dos atributos das amostras de pasta de amêndoa desenvolvidas	60
Figura 35 - Intensidade do Sabor a Amêndoa das amostras de pasta de amêndoa desenvolvidas....	61
Figura 36 - Intenção de Compra das amostras de pasta de amêndoa desenvolvidas.....	62
Figura 37 - Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (L* - Luminosidade; h° - Tonalidade; C* - Saturação; Homo – Homogeneidade; Ads – Adesividade; AG – Aspecto Geral; Aroma; Cor; Gosto)	63
Figura 38 - Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (ASA – Amêndoa s/pele; AP – Amêndoa c/pele; AS200 – 200g de amêndoa torrada; 50A – 100g de amêndoa torrada/ 50g de incorporação de bolo de filtração)	64
Figura 39 - Dendograma das amostras de pasta de amêndoa (ASA – Amêndoa s/pele; AP – Amêndoa c/pele; AS200 – 200g de amêndoa torrada; 50A – 100g de amêndoa torrada/ 50g de incorporação de bolo de filtração)	64

Siglas e Acrónimos

DOP – Denominação de Origem Protegida

EPA - *Environmental Protection Agency*

FAO - *Food and Agriculture Organization of United Nations*

FDA – *Food and Drug Administration*

GPP - Gabinete de Planeamento Políticas e Administração Geral

LDL – *Low Density Lipoprotein*

USDA – *United States Department of Agriculture Research Service*

Preâmbulo

A indústria alimentar é um sector em evolução constante, não só a nível tecnológico, bem como no desenvolvimento de novos produtos. Esta constante inovação deve-se, sobretudo, à alteração de gostos do consumidor e mudança de hábitos alimentares. Os produtos alternativos aos lacticínios, têm vindo a assumir uma importância crescente no mercado. Exemplo disso, são as bebidas alternativas ao leite que surgem como substitutos mais atraentes para o consumidor e mais saudáveis. Estas bebidas “instalaram-se” na secção de produtos saudáveis, merecendo lugares de destaque por parte das grandes empresas de distribuição. O mercado das pastas à base de frutos secos e sementes, como as pastas de amêndoa, também tem vindo a aumentar, uma vez que este tipo de produtos está associado a boas fontes de proteína e a um estilo de vida saudável.

Face a esta evolução da indústria, Portugal está a responder de forma proactiva, na aposta da amêndoa e subsequentemente no desenvolvimento de produtos à base de amêndoa. Desta forma, a cultura da amendoeira tem assumido um papel cada vez mais preponderante, na agricultura portuguesa. Exemplo disso, é a região do Alqueva onde apesar da cultura da oliveira continuar a representar a maior parcela de produção, a cultura da amendoeira está a mobilizar exponencialmente o interesse dos agricultores. Em Beja, o amendoal vai ajudar na rentabilização da água desta barragem, uma vez que em três anos, estarão plantados cerca de sete mil hectares de culturas de frutos secos, incluindo a amêndoa. Neste momento a Califórnia, que corresponde ao maior produtor mundial, está a sofrer o efeito de uma seca colocando em risco a produção, fator que favorece a deslocalização de produção para outros países, entre os quais Portugal.

A presente dissertação centrou-se no desenvolvimento de uma bebida e uma pasta de amêndoa, a partir de amêndoas típicas da Herdade do Sabugueiro. Os objetivos pretendidos passaram por caracterizar os produtos comerciais à venda no mercado, desenvolver experimentalmente os produtos tentando aproximar os métodos aplicados, o mais possível do processo industrial e ainda tentar incorporar os resíduos provenientes da etapa de filtração da bebida de amêndoa na pasta de amêndoa, de modo a poder a valorizar este subproduto.

A dissertação encontra-se dividida em 3 capítulos. Após uma introdução ao tema e descrição as linhas gerais do trabalho realizado, o primeiro capítulo compreende a revisão bibliográfica sobre a matéria-prima principal deste trabalho, a amêndoa, bem como os produtos desenvolvidos à base da mesma e ainda, uma contextualização relativa a análise

sensorial. O segundo capítulo, corresponde ao desenvolvimento experimental e compreende um primeiro subcapítulo com as metodologias analíticas utilizadas neste estudo. O segundo subcapítulo, é relativo à caracterização de produtos comerciais à base de amêndoa, o terceiro subcapítulo sobre o desenvolvimento da bebida de amêndoa e ainda um quarto subcapítulo, relativo ao desenvolvimento de uma pasta de amêndoa. O terceiro e último capítulo, conclusões, apresenta as principais conclusões sobre o tema e ainda a sugestão de trabalhos futuros. São ainda apresentadas as referências bibliográficas.

1. Introdução

1.1 Amendoeira

1.1.1 Caracterização Botânica

A amendoeira, *Prunus dulcis*, é uma árvore de folha caduca e pertence à família *Rosaceae*. O fruto proveniente da amendoeira, é a amêndoa. Esta é um dos frutos secos de casca rija mais comum em todo o mundo, sendo tipicamente utilizada como *snack* e como ingrediente em diversos alimentos processados, especialmente na área da panificação e confeitaria (Sang, *et al.*, 2002 cit. por Esfahlan, Jamei & Esfahlan, 2010).

A amêndoa contém quantidades significativas de amigdalina, um dissacárido composto por duas moléculas de açúcar: uma de ácido cianídrico e outra de benzaldeído (Wirthensohn *et al.*, 2008). A amendoeira pode ser classificada em função do teor em amigdalina, como doce ou amarga, sendo a doce a mais cultivada mundialmente (Yada *et al.*, 2011).

Morfologicamente a amêndoa é uma drupa alongada (Godini, Ferrara & Reina, 1979 cit. por Schirra, 1997), constituída por três partes principais: pelo mesocarpo, uma primeira casca exterior verde felpuda, pelo endocarpo, que consiste numa casca dura reticulada e por fim, pelo núcleo interior que consiste na semente, a qual genericamente é chamada de amêndoa. A figura 1, ilustra as amêndoas com o mesocarpo e endocarpo e a figura 2, as amêndoas com e sem endocarpo. Pelo facto de na amêndoa, o mesocarpo e o endocarpo serem descartados e a semente ser a parte comestível do fruto, esta distingue-se de outros frutos da sua família botânica, como o pêssigo ou a ameixa, em que acontece o inverso, ou seja, a semente é descartada e o endocarpo e mesocarpo são comestíveis. No entanto, em algumas partes do mundo quando a amêndoa se encontra no seu estado inicial de maturação, o fruto é ingerido inteiro sem retirar nenhuma das suas partes constituintes (Esfahlan, Jamei & Esfahlan, 2010). O endocarpo, contém uma ou duas sementes cobertas por uma película lisa ou ondulada, cuja cor varia entre o ocre e o castanho (Godini *et al.*, 1979 cit. por Schirra, 1997), designada por pele. Algumas características do endocarpo, como a dureza, o grau de lignificação, a forma ou o tamanho, variam com a variedade, entre outros fatores. O peso da drupa (fruto inteiro), varia entre 10 a 30 g, em que o mesocarpo (casca exterior) pode representar entre 40 a 70% do peso, o endocarpo (casca interior) pode representar entre 20 a 45% do peso e a semente entre 10 a 20% do peso (Godini, 1982 cit. por Schirra, 1997).



Figura 1 - Morfologia da Amêndoa
(Fonte 1 - <http://denisegomesludwig.blogspot.pt/2015/06/18-de-junho-amendoeira-amendoeira-semente.html>)

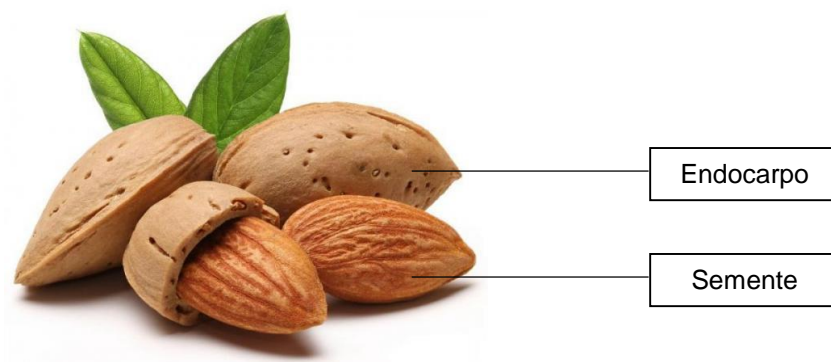


Figura 2 - Morfologia da Amêndoa
(Fonte 2 - <https://www.uncome.it/cucina/articolo/come-sbucciare-le-mandorle-12569.html>)

1.1.2 Evolução da Cultura em Portugal

A cultura da amendoeira em Portugal, tem-se modificado bastante desde os anos 90, como observado pela figura 3.

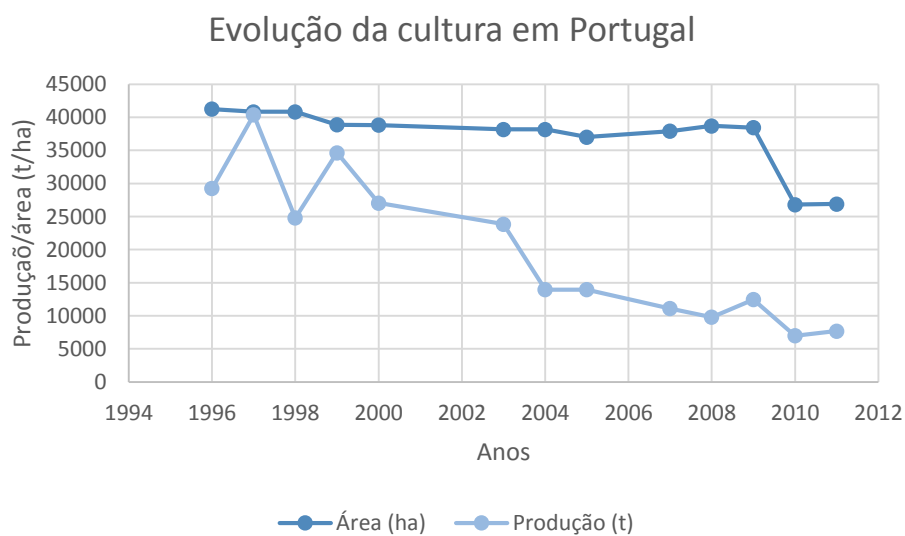


Figura 3 - Evolução da cultura da amendoeira, relativamente à área e volume de produção

Segundo dados do Gabinete de Planeamento Políticas e Administração Geral (GPP), em 1996 a área de amendoal em Portugal era de cerca de 41 244 ha e correspondia a uma produção de 29 232 t. Entre 1997 e 1998, a área decresceu ligeiramente e em termos de produção, chegou a reduzir para metade no ano de 1998. Entre 1999 e 2000, a área cultivada rondou os 38 000 ha, enquanto a produção variou de 34 631 t a 27 038 t (GPP, 2001).

Nos anos seguintes, a área manteve-se constante estando sempre próximo dos 38 000 ha e o volume de produção diminuiu consideravelmente até 2004. Em termos globais tanto a área, como o volume de produção mundial, aumentaram de 2003 para 2004 (GPP, 2006).

Em 2005 a área de cultivo das amendoeiras, rondava os 37 000 ha, correspondendo a uma produção de 14 000 t. Nesta altura, a cultura da amendoeira assume uma maior expressão na região de Trás-os-Montes, contribuindo para cerca de 86% da produção e 60% da área total, a nível continental. A maior parcela de produção está concentrada em pequenos e médios produtores. É de salientar que a variedade da amêndoa do Douro, tem denominação de origem protegida (DOP) (GPP, 2007).

Consultando o Anuário Agrícola de 2012, entre 2007 e 2008, a área cultivada manteve-se, apesar do volume de produção ser cada vez menor, atingindo um valor de apenas 9 796 t no ano de 2008. No Anuário Agrícola de 2013 disponibilizado pelo GPP, entre 2009 e 2010, consta que se verificou um decréscimo acentuado na produção e a área cultivada ter decrescido (cerca de 27 000 ha). Entre 2010 e 2011, houve um ligeiro aumento da área cultivada e na produção. Até 2012, em Portugal, a área de cultivo permaneceu constante nos três anos representando cerca de 27 000 ha. Em termos de produção, o país produziu cerca de 7 mil toneladas, o que corresponde ao valor mais baixo das últimas duas décadas e representa uma queda de 23% face a 2009 (GPP, 2013).

A contrariar a tendência na 1ª década deste século, recentemente a cultura da amêndoa está a assumir uma importância cada vez maior, em regiões como o Alentejo, uma vez que está a ser considerada uma boa alternativa a outras culturas como o milho e o olival. A amendoeira é uma cultura muito adaptada ao clima mediterrâneo, sendo a colheita realizada no verão. O fruto faz parte de um mercado emergente no mundo, daí que seja considerada uma boa aposta. A zona do Alentejo/Alqueva é uma boa opção pela facilidade de fazer pomares com dimensão (mais eficientes na colheita mecânica), pela disponibilidade de água e pela possibilidade de se adaptar a solos pouco ou medianamente profundos. Outro fator que contribui para o desenvolvimento da cultura é o facto de os frutos secos estarem cada vez mais associados a um *snack* saudável, existindo ainda um aumento na procura de

produtos do sector *healthy food*, “bebida de amêndoa”, óleo de amêndoa e “manteiga de amêndoa”. No entanto, ainda existe alguma “falta de conhecimento técnico sobre a cultura, falta de pessoal técnico qualificado, falta de alternativas de transformação e falta de estruturas de agregação (apesar de estar a ser criada uma organização de produtores)” (Freire, 2015).

1.2 Amêndoa

1.2.1 Mercado

A amêndoa é um dos frutos secos mais antigos do mundo e dos mais importantes. A evolução do mercado para os principais países produtores, entre 1960 e 1990, encontra-se apresentado na figura 4.

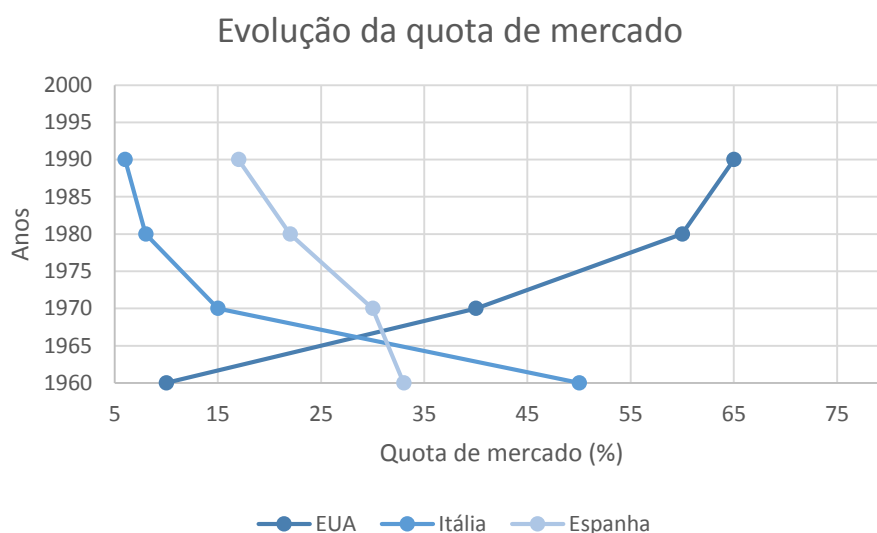


Figura 4 - Evolução da quota de mercado da amêndoeira, nos EUA, Itália e Espanha

No início dos anos 60, os EUA continham apenas 10% do mercado global das exportações, contra 50% da Itália e 33% da Espanha. No entanto, dez anos depois, tornou-se o líder mundial no que toca às exportações, monopolizando cerca de 40% do mercado. Nesta altura, a Espanha manteve-se em segundo lugar com cerca de 30% e a Itália decresceu consideravelmente para os 15% (Coordination Centre of the Research Network on Nuts, 1997). Na década de 80, os EUA continuaram a aumentar o seu posicionamento no mercado com quotas a atingir os 60%, enquanto a Espanha e a Itália decresceram para cerca de 22% e 8%, respetivamente (Coordination Centre of the Research Network on Nuts, 1997).

Durante os anos 90, os EUA são o maior produtor de amêndoas do mundo, sendo que a maior parte das variedades são cultivadas na Califórnia, de entre as quais se destacam cinco grandes variedades de amêndoas, que incluem Nonpareil, Missão, Califórnia, Ne Plus Ultra e Peerless. Destas cinco variedades, as três primeiras correspondem a cerca de 90% da produção total (Sang et al., 2002 cit. por Esfahlan, Jamei & Esfahlan, 2010). Em 1994, de acordo com a FAO, a produção de amêndoas em Itália foi de 89 944 t, caracterizada por ser composta por mais de 1000 cultivares diferentes e por um baixo rendimento nas produções de amêndoa sem casca. Estes dois fatores levaram a que fossem produzidas diversas variedades de amêndoa com qualidade inferior e muito diferentes entre si, dificultando assim o marketing do produto. O aumento exponencial da produção de amêndoa nos EUA, contribuiu para a condução da Itália para fora do mercado, que foi incapaz de se adaptar e competir, causando um declínio na produção e exportação, que resultou no aumento das importações. A grande vantagem dos EUA em relação à Itália, é o facto de terem um sistema de marketing eficiente que os permite exportar mais de 50% da sua produção (Anónimo, 1996 cit. por Schirra, 1997), sendo responsáveis por mais de 65% da oferta mundial. Nesta altura, os países do Mediterrâneo surgem em segundo lugar, em que a Espanha é o principal produtor com cerca de 15 a 20% do total de produção, a Itália com 6% e a Grécia com 5%, seguidas por Portugal com cerca de 2% (Schirra, 1997).

Entre 2003 e 2004, houve alterações entre a área de produção (figura 5) e o volume de produção (figura 6).

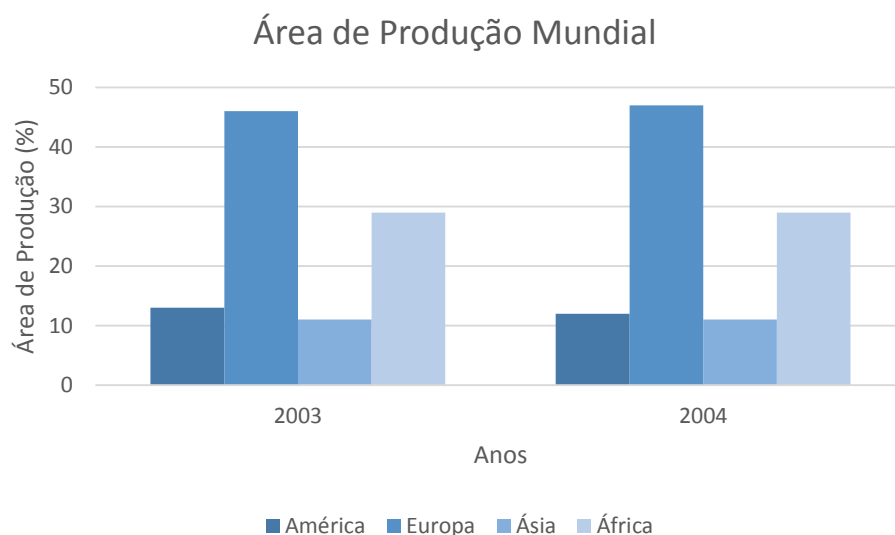


Figura 5 - Evolução da área de produção na América, Europa, Ásia e África entre 2003 e 2004

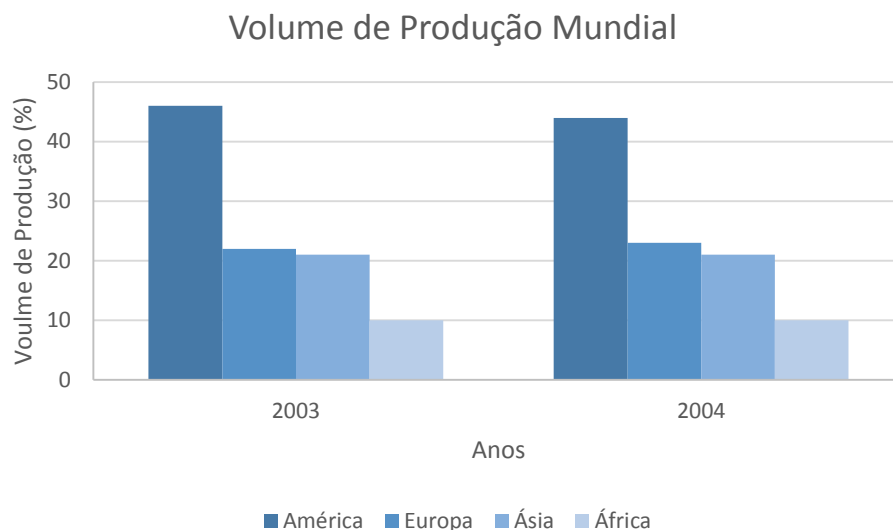


Figura 6 - Evolução do volume de produção na América, Europa, Ásia e África entre 2003 e 2004

A América lidera no primeiro lugar, em termos de produção, apesar de decrescer para terceiro lugar, relativamente à área de produção. A Europa surge em primeiro lugar, relativamente à área e em segundo lugar relativamente ao volume de produção. A Espanha, a Itália e Grécia, assumem o primeiro, segundo e terceiro lugar, respetivamente, tanto em termos de área como em termos de produção. O continente Asiático assume o terceiro lugar, no que diz respeito ao volume de produção, apesar de apresentar uma menor área cultivada comparativamente com África, que produz menos com mais área disponível cultivada. A Oceânia e a América do Sul, não se encontram representadas nas figuras 5 e 6, pois assumem os dois últimos lugares, onde existe menos área cultivada e onde a produção é menor, não se justificando a sua representatividade (GPP, 2007). Em 2004, a nível de volume de produção é possível verificar que a América que liderava o mercado com 44%, a Europa com 23%, em que os principais produtores são a Espanha e Itália, e em terceiro lugar, surge o continente asiático com cerca de 21%, em que a Síria e o Irão perfazem 13% da totalidade de produção, em conjunto (GPP, 2007).

Uma análise mais recente feita à balança comercial portuguesa em 2012, revela que Portugal exporta essencialmente para a Espanha e Brasil, seguido por Angola, França, Bélgica e que o número de exportações é superior aos das importações, na amêndoa com casca. No que toca à comercialização da amêndoa sem casca, o maior volume de importações reside na Espanha, nos EUA, Alemanha e Austrália. Em termos de exportações, o principal destino é a Alemanha, seguida da Espanha (com valores muito inferiores ao das importações) e Angola. Segue-se o Brasil, Bélgica, Áustria e Itália, com menor volume de exportações (GPP, 2013).

1.2.2 Tecnologia Pós-Colheita da Amêndoa

A indústria das amêndoas é tipicamente sazonal, dado que a época de colheita ocorre durante os meses de verão, geralmente em agosto e setembro. No entanto, este tempo é relativo, porque pode variar com o clima e as quantidades de produção. As amêndoas podem ser colhidas de duas formas: manualmente, em que são derrubadas dos ramos das árvores com uma vara comprida, ou mecanicamente, onde é utilizado um equipamento próprio que abana as árvores, fazendo com que o fruto caia (EPA, 1995).

Imediatamente após a colheita, as amêndoas apresentam valores elevados de humidade, pelo que devem ser secas imediatamente. Geralmente esta etapa tem uma duração de três a quatro dias, em que as amêndoas devem ser revolvidas várias vezes por dia e tapadas durante a noite, devido à humidade noturna. As amêndoas consideram-se secas quando, a humidade média é de cerca de 7 a 8% (Schirra, 1997).

A tecnologia pós-colheita centra-se essencialmente em duas fases, a primeira consiste numa pré-limpeza e no descasque do mesocarpo do fruto, obtendo-se como produto final o fruto com o endocarpo ("casca"). A segunda fase consiste no descasque do endocarpo, resultando na semente (a amêndoa), que posteriormente pode sofrer uma operação de pelagem, para ser vendida como amêndoa sem pele (EPA, 1995). O diagrama pós-colheita da amêndoa, encontra-se apresentado na figura 7.

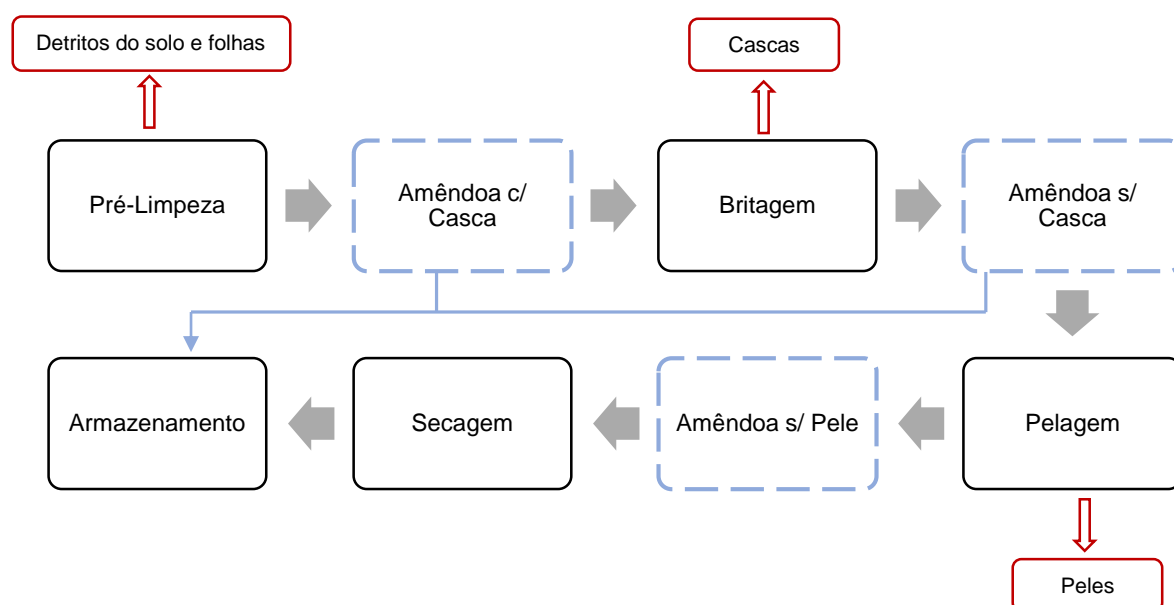


Figura 7 - Diagrama de Tecnologia Pós-Colheita da Amêndoa

Pré-Limpeza

A operação de pré-limpeza, compreende duas fases: a primeira de limpeza dos detritos e a segunda de descasque do mesocarpo. Depois da primeira secagem efetuada no campo, as amêndoas são transportadas para as instalações de processamento e são despejadas num tegão receção. De seguida, passam por uma série de crivos vibratórios, onde são removidos seletivamente detritos de pomar, que representam cerca de 10 a 25% do peso de todo o material trazido do campo para as instalações, como por exemplo, folhas, galhos, pedras e paus. Os detritos finos como as folhas e a relva são reaproveitados e espalhados na terra (EPA, 1995), com o objetivo de favorecer o aparecimento de insetos permitindo construir o seu habitat, o que torna esta operação essencial (Schirra, 1997).

A operação que se segue é o descasque do mesocarpo, mas caso as amêndoas ainda se encontrem húmidas têm de ser submetidas a uma operação de secagem porque a operação de descasque é mais fácil se estas se encontrarem devidamente secas. A secagem pode ser realizada em secadores de tabuleiros perfurados, a uma temperatura entre 49 °C e 54 °C, ou em secadores de leito fluidizado a uma temperatura máxima de 82 °C (Kader & Thompson, 2002). O descasque do mesocarpo é realizado mecanicamente, mas em determinadas propriedades onde a quantidade de produção é reduzida e de elevada qualidade, o descasque pode ser realizado manualmente. Quando realizado mecanicamente, é efetuado num descascador destinado para o efeito. Neste equipamento, os frutos caem por gravitação desde o funil até à câmara cilíndrica, onde pela fricção causada pelo eixo rotativo, os mesocarpos exteriores são separados dos endocarpos (EPA, 1995), que são expulsos pelas fendas da câmara cilíndrica e colocados em cestos ou sacos. A vantagem deste equipamento é permitir a separação dos frutos com diferentes tipos de dureza da casca (Schirra, 1997).

Britagem

Esta operação passou a ser realizada mecanicamente com equipamentos constituídos por dois rolos, que giram em sentidos opostos, comprimindo o fruto (Schirra, 1997). Os rolos têm uma fonte de aspiração, que separa os fragmentos das cascas soltas e partes do fruto (EPA, 1995), porém pode existir mais do que uma fonte de aspiração em cada rolo (Schirra, 1997). Este processo de separação, é mais eficiente quando as cascas são mais macias e leves, porque há uma grande discrepância entre o peso da amêndoa e o da casca, tornando mais fácil a sua separação (Schirra, 1997). Posteriormente, as amêndoas são ainda colocadas numa serie de tabuleiros vibratórios onde a separação é efetuada mecanicamente ou manualmente (se necessário). As amêndoas são classificadas em duas categorias: “inteiras

sem casca” e “danificadas” (Schirra, 1997). As amêndoas que após o processo não estão descascadas convenientemente, são devolvidas ao processo. As cascas podem ser classificadas e vendidas para instalações de rações para animais (EPA, 1995), ou reaproveitadas para servirem como fonte térmica, em processos que necessitem da utilização de calor. No final desta operação, as amêndoas podem ser armazenadas ou seguir o processo, onde se procede à pelagem.

Pelagem

Esta operação tem como objetivo a remoção da pele das sementes e inicia-se com a imersão das amêndoas em água quente, a cerca de 80/90°C durante 1 a 2 minutos, seguindo-se uma imersão em água fria (Schirra, 1997). Posteriormente as amêndoas passam entre rolos de borracha, que se deslocam em sentidos opostos, retirando a pele por fricção (George, 1985 cit. por Schirra, 1997).

Secagem

Depois de retirada a pele das amêndoas, estas encontram-se húmidas devido ao processo de pelagem. Desta forma é necessário efetuar-se uma secagem das amêndoas, em ambiente seco, durante cerca de 3/3,5 h a 60 °C, com secadores de túnel (Schirra, 1997). O objetivo desta operação é restabelecer os teores de humidade nas sementes, para que estas se conservem o maior tempo possível quando armazenadas.

Armazenamento

A armazenagem das amêndoas, é uma etapa comum em todas as fases do processo. Inicialmente, logo após a colheita, podem ser armazenadas em condições de temperatura ambiente até serem utilizadas para o processo. Após, as operações de pré-limpeza e descasque, também podem ser armazenadas até dois anos, se não estiverem expostas à luz solar, uma vez que esta afeta o período de vida útil e promove o aparecimento de fungos e insetos durante o armazenamento (Harris, Westcott & Enick, 1972 cit. por Schirra, 1997). No fim de todas as etapas do processo, também são armazenadas até serem encaminhadas para a expedição.

As amêndoas, são frutos que retêm com facilidade odores e como tal, devem ser armazenados de forma adequada, nunca as colocando junto de alimentos como cebolas, peixe, maçãs e outras frutas. É importante que o espaço de armazenamento se encontre

ventilado e que sejam realizadas operações de desinfecção e desinfestação frequentes, bem como análises frequentes às características organoléticas da amêndoa para ir avaliando a sua manutenção (aparência, cor, cheiro e sabor) (Spitler, Hartsell & Nelson, 1975 cit. por Schirra, 1997).

A manutenção da qualidade das amêndoas depende em grande parte do a_w (King, Halbrook, Fuller & Whitehand, 1983 cit. por Schirra, 1997). Assim, para que as amêndoas mantenham a qualidade exigida, devem ter uma atividade de água de 0,7 e devem estar num ambiente com uma humidade relativa inferior a 75%. As amêndoas sem pele, podem ser armazenadas durante sete a oito meses à temperatura ambiente e com humidade relativa inferior a 70%, desde que se encontrem devidamente secas. Caso seja necessário armazená-las durante um período superior, a temperatura de armazenamento deve ser inferior a 10 °C (Ryall & Pentzer, 1974 cit. por Schirra, 1997).

Segundo Hadorn, Keme, Kleinert, Messerli & Ziirker (1981) ocorrem pequenas alterações físico-químicas nas sementes, desde que estas se encontrem em locais frescos e secos (50 a 60% de humidade), enquanto em locais com valores de humidade mais elevados, como por exemplo 80%, ocorrem reações enzimáticas e desenvolvimento de fungos. No entanto, com esses teores de humidade, mas as temperaturas baixas (0 °C), é possível armazenar durante 15 a 16 meses, até as amêndoas sem casca (Salunkhe & Desay, 1986 cit. por Schirra, 1997)

A atmosfera controlada é um método que assegura a manutenção da qualidade das amêndoas sem pele, dado que retarda o aparecimento de *flavours* desagradáveis, mesmo a temperaturas de armazenamento elevadas (Guadagni, Soderstrom & Storey, 1978 cit. por Schirra, 1997) e é eficaz na prevenção ao aparecimento de insetos durante o armazenamento.

1.2.3 Caracterização Físico-química da Amêndoa

Atividade da Água

O conceito de atividade da água (a_w) é definido como a razão entre a pressão parcial do vapor de água no alimento (P) e a pressão de vapor de água pura (P_0), à mesma temperatura (Coultate, 2002), variando numa escala de 0 a 1. A atividade da água é um parâmetro útil para medir a água disponível, para o desenvolvimento microbiano e outras reações de degradação nos alimentos. No caso das amêndoas, um valor de atividade da água inferior a 0,7 é o melhor, o que equivale a 70% de humidade relativa (Ludwig, 2010).

A transferência de água, é um fenómeno que pode ocorrer nas amêndoas e que consiste na perda ou ganho da humidade dependendo do seu teor de humidade inicial e da humidade do ambiente envolvente. A temperatura de armazenamento é outro fator que pode influenciar este fenómeno. Esta migração nas amêndoas é um tanto ou quanto indesejada, pois pode afetar a sua textura, estabilidade microbiana e várias reações que podem ter impacto na vida útil do produto, como por exemplo, a perda da crocância característica, o aparecimento de fungos e o aumento da ocorrência da oxidação lipídica derivados da adsorção da humidade. Contrariamente, quando ocorrem perdas de humidade, as amêndoas podem tornar-se num produto demasiado crocante e por isso mais duro, para além de que a valores de humidade muito baixos, a oxidação dos lípidos pode aumentar também. A migração ocorre até que o equilíbrio dentro do sistema seja alcançado, por exemplo em ambientes húmidos e a temperaturas mais altas as amêndoas têm tendência para adsorverem a humidade. Uma forma de prevenir este fenómeno passa por uma embalagem adequada, que funcione como barreira à humidade e ainda um controlo à humidade do ar. Assim, recomenda-se que o armazenamento das amêndoas seja realizado num local fresco e seco (10 °C e Humidade Relativa < 65%) tendo em conta o ponto ótimo de armazenamento, que ocorre a temperaturas inferiores a 10 °C e teores de humidade inferiores a 6%. Desde que armazenadas em boas condições, as amêndoas têm um tempo de vida útil médio de 2 anos (California Almonds, 2014).

Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica consiste numa serie de reações de oxidação indesejáveis que provocam a degradação das gorduras, levando a uma perda da qualidade, ao mesmo tempo que as amêndoas desenvolvem sabor e aroma a “ranço”. O fenómeno da oxidação lipídica, consiste na reação espontânea do oxigénio com os ácidos gordos das gorduras, que forma produtos de degradação primária, como por exemplo os peróxidos. À medida que a oxidação vai progredindo, vão-se formando produtos de degradação secundária como por exemplo, as cetonas e os aldeídos. Estes podem servir de índice de oxidação através da sua presença ou acumulação. Este fenómeno é promovido pelo aumento da temperatura, da humidade e da luz. O processamento é outro dos fatores que favorece a oxidação, como por exemplo o corte, devido ao aumento da área de superfície exposta ao oxigénio. A a_w é outro dos fatores com forte influência na oxidação lipídica. Valores de a_w , entre 0,25-0,35 contribuem para a estabilidade oxidativa das amêndoas (California Almonds, 2014).

Outro exemplo da influência do processamento, é o processo de torrefação, que causa alterações na microestrutura das células, dado que a água existente evapora e as células

ficam com um maior teor de óleo. Desta forma a membrana celular é danificada e o espaço extracelular aumenta, o que pode acelerar a oxidação e rancificação lipídica. Como consequência as amêndoas torradas têm um tempo de vida útil inferior às amêndoas cruas ou branqueadas. Nas amêndoas cruas, a microestrutura das células contém antioxidantes naturalmente presentes que protegem os lípidos do oxigênio, evitando assim as oxidações. As reações de oxidação lipídica podem iniciar-se imediatamente após o processo de torrefação, pelo que as amêndoas devem ser armazenadas imediatamente e embaladas corretamente formando uma barreira de oxigênio (California Almonds, 2014).

Taxa Respiratória

Relativamente ao comportamento pós-colheita, pode-se perceber que a taxa respiratória é inversamente proporcional à longevidade pós-colheita, ou seja, quanto maior a taxa respiratória menor será a longevidade pós-colheita do produto. Assim, todo o manuseamento pós-colheita tem de ter em conta esse tipo de comportamento de forma a minimizar a taxa respiratória (Almeida, 2005).

Também se pode constatar que a taxa respiratória é diretamente proporcional ao teor de água nos tecidos, ou seja, quanto maior o teor de água presente nos alimentos maior será o valor da taxa respiratória. Assim, as amêndoas apresentam uma taxa respiratória muito baixa ($<5 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ a 5°C) visto que se tratam de um fruto seco e, portanto, com um teor de água baixo. A taxa respiratória pode variar consoante fatores internos (a espécie, variedade, órgão, estágio de desenvolvimento à colheita, fatores pré-colheita) e fatores externos (temperatura, composição da atmosfera e stress físico) (Almeida, 2005).

1.2.4 Composição Nutricional da Amêndoa

O genótipo da árvore e os fatores ambientais, como a região geográfica, métodos de cultivo, condições climáticas ou a maturação das sementes, influenciam diretamente a composição nutricional da amêndoa. Também podem existir diferentes composições nutricionais consoante o tipo de variedade, uma vez que as amêndoas são um produto natural podendo estar sujeitas a diversas alterações (Yada *et al.*, 2011).

De um modo geral, no que toca à composição nutricional e de acordo com os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, apresentado no quadro 1, verifica-se que o valor calórico por 100 g de amêndoa ronda as 600 kcal. Dos macronutrientes presentes na amêndoa, os que mais contribuem para este valor calórico são

os Lípidos. No entanto, uma vez que as amêndoas apresentam um conteúdo rico em gorduras monoinsaturadas, estas não vão contribuir para valores elevados de *Low Density Liprotein* (LDL), resultando em benefícios para a prevenção de doenças cardiovasculares (Abbey, Noakes, Belling & Nestel, 1994 cit. por Schirra, 1997). Ao longo das últimas décadas, os investigadores detetaram micronutrientes essenciais nas amêndoas, como a vitamina E e fito esteróis, que contribuem para um perfil saudável (Yada *et al.*, 2011). Assim, as amêndoas são caracterizadas por serem ricas em fibras e gorduras insaturadas e apresentarem um baixo teor de hidratos de carbono (Zoidis & Papamikos, 2016 cit. por Caballero, Finglas & Toldrá, 2016). No que diz respeito aos elementos minerais apresentam baixos teores de sódio, mas altos teores de cálcio (Schirra, 1997). Incluir amêndoas ao pequeno almoço diariamente, pode diminuir a concentração de glucose no sangue, mesmo em doentes pré-diabéticos (Zoidis & Papamikos, 2016 cit. por Caballero *et al.*, 2016).

Quadro 1 - Composição Nutricional por 100g de miolo de amêndoa com pele e miolo de amêndoa torrada sem pele

Componentes	Por 100g	
	Miolo de Amêndoa Com Pele	Miolo de Amêndoa Torrada Sem Pele
Água, g	4,9	3
Proteína, g	21,6	21,6
Gordura total, g	56	56,8
Total de Hidratos de Carbono disponíveis, g	7,2	7,1
Total de Hidratos de Carbono expresso em monossacáridos, g	7,7	7,6
Mono + dissacáridos, g	4,6	5
Amido, g	2,6	2,1
Fibra alimentar, g	12	12,2
Energia, kcal	619	626
Energia, kJ	2591	2620

Fonte 3 - Instituto Nacional Ricardo Jorge

Atendendo ao quadro 1, a composição nutricional dos dois tipos de miolo de amêndoa (com pele e torrada sem pele) não apresenta grandes diferenças.

Lípidos

Os lípidos são o macronutriente presente em maior quantidade nas amêndoas, geralmente excedendo os 40% e estão presentes nos cotilédones do fruto (Pascual-Albero, Pérez-Munuera & Lluch, 1998 cit. por Yada *et al.*, 2011). Em Portugal, vários estudos comprovam que o conteúdo lipídico varia entre 44-61% em algumas variedades (Cordeiro, Monteiro, Oliveira & Ventura, 2001). No entanto, este teor depende da variedade (Romojaro, Riquelme,

Gimenez & Llorente, S., 1988 cit. por Schirra, 1997), da fase de crescimento em que o fruto se encontra (Schirra & Nieddu, 1992), das práticas agrícolas como a rega (Schirra, Nieddu, Mulas & Chessa, 1988 cit. por Schirra, 1997) e ainda da área geográfica de produção, onde em climas mais frios se denota uma presença mais elevada, em termos quantitativos, de ácidos gordos insaturados (Barbera, De Palma, La Mantia, Monastra & Schirra, 1994a cit. por Schirra, 1997).

As amêndoas são ricas em ácidos gordos mono e polinsaturados (USDA, 2010 cit. por Yada *et al.*, 2011), nomeadamente em ácido oleico e linoleico que, em conjunto, representam mais de 90% da totalidade de ácidos gordos presentes no fruto (Schirra, 1997). Na generalidade das variedades existentes em Portugal e nos EUA, o perfil de ácidos gordos é semelhante e os quatro ácidos gordos principais, em ordem decrescente, são o oleico (18:1), o linoleico (18:2), o palmítico (16:0) e o esteárico (18:0) (Neto Martins, Gomes & Ferreira, 2000 cit. por Yada *et al.*, 2011), em que os ácidos gordos saturados apresentam um teor inferior a 10% (Schirra & Agabbio, 1989 cit. Schirra, 1997).

Após a frutificação durante vários meses, o teor lipídico permanece baixo (<10% da matéria seca) até cerca de um mês antes da colheita, momento em que este teor aumenta rapidamente. Durante a época de colheita ocorre um aumento gradual deste teor (Egea *et al.*, 2009 cit. por Yada *et al.*, 2011) ou, este pode permanecer constante (Cherif *et al.*, 2004 cit. por Yada *et al.*, 2011). Como ocorre uma acumulação de lípidos nas sementes em desenvolvimento, o teor de ácido oleico aumenta de forma constante até à época de colheita e ocorre, simultaneamente, um decréscimo do ácido linolénico e dos dois ácidos gordos saturados principais (palmítico e esteárico). O teor em ácido linoleico aumenta apenas durante os primeiros meses de desenvolvimento do fruto até permanecer constante por tempo indefinido e após este tempo de estabilização segue-se um decréscimo (Cherif *et al.*, 2004 cit. por Yada *et al.*, 2011).

Proteínas

O segundo maior macronutriente, em termos quantitativos, presente nas amêndoas, é a proteína com uma percentagem entre 18% a 24% (Souty, Raspail, Jacquemin & Breuils, 1973 cit. por Schirra, 1997). As maiores frações correspondem à albumina e globulina, que representam entre 88 a 91% da fração total de proteína e as menores frações correspondem à glutenina e à prolamina (Saura-Calixto & Cañellas, 1982 cit. por Yada *et al.*, 2011). As proteínas fornecem aminoácidos que não são sintetizados pelo organismo e apesar das amêndoas terem uma concentração de metionina e lisina limitada (FAO, 1966 cit. por Schirra,

1997) têm, em oposição, uma concentração elevada de arginina (Saura-Calixto, Cañellas & Martinez de Toda, 1982 cit. por Schirra, 1997), que é considerada um aminoácido semi-essencial. A concentração em cisteína (aminoácido não-essencial) é baixa, mas é mais alta do que a recomendada pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) e ainda maior do que em alguns géneros alimentícios de origem animal, como o leite de vaca e o leite humano. As amêndoas, têm ainda um elevado teor de ácido glutâmico, ácido aspártico, alanina e particularmente de glicina (Saura-Calixto, Cañellas & Martinez de Toda, 1982 cit. por Schirra, 1997). Todavia, Amrein *et al.* (2005), concluíram que o teor em asparagina também é elevado, correspondendo entre 20 a 50% do total de aminoácidos em cultivares presentes na Califórnia, Espanha e Itália. As variedades originárias da Europa contêm, em média, um teor de aminoácidos inferior às variedades do EUA. Contudo estes valores são indicativos, uma vez que seria necessário um estudo mais profundo para se confirmar esta hipótese (Yada *et al.*, 2011).

Geralmente as amêndoas, com um elevado teor de lípidos apresentam um teor mais baixo de proteínas (Saura-Calixto, Cañellas & Soler, 1983 cit. por Schirra, 1997). O rácio lípidos/proteínas é importante para a indústria de confeitaria, especialmente para a produção de massa *marzipan*, dado que influencia a absorção de água pela massa de amêndoa, ou seja, quanto maior o teor de lípidos, menor será a absorção da água (Alessandroni, 1980 cit. por Schirra, 1997). O processo de torrefação pode alterar a componente proteica das amêndoas quando, por exemplo, são torradas a temperaturas superiores a 210 °C, dificultando assim a sua digestibilidade (Fuse, Hayase & Kato, 1984 cit. por Schirra, 1997).

Poucos estudos foram realizados, no que toca à evolução do teor de proteína durante a maturação do fruto e durante o armazenamento pós-colheita. Todavia, valores indicativos demonstram que durante os primeiros dois meses após a frutificação, o teor de proteína aumenta ligeiramente e que durante os meses seguintes, no momento imediatamente anterior à época de colheita, este teor aumenta exponencialmente (Egea *et al.*, 2009 cit. por Yada *et al.*, 2011).

Glúcidos

O teor em glúcidos corresponde, em média, a cerca de 5,5 g/ 100 g de sacarose. Uma análise efetuada em variedades provenientes de Espanha, confirmaram que o maior componente presente nas amêndoas é a sacarose, seguida de rafinose (açúcar solúvel não-digerível) e ainda pequenas quantidades de glucose, frutose, sorbitol e inositol (Saura-Calixto, Cañellas & García-Raso, 1984a cit. por Yada *et al.*, 2011).

Ao longo da maturação da semente a quantidade de sacarose aumenta rapidamente e ocorre uma acumulação de rafinose, enquanto a glucose e a frutose diminuíram para quantidades mínimas no momento da colheita (Soler, Cañellas & Saura-Calixto, 1989 in Yada *et al.*, 2011). Kazantzis *et al.* (2003), concluíram que as amêndoas colhidas cedo demais tinham teores de sacarose mais baixos e valores de inositol mais altos e que, nas amêndoas colhidas mais tarde, acontecia o oposto (Yada *et al.*, 2011).

O amido está presente na composição das amêndoas, mas em pequenas quantidades apresentando valores entre 0,4 g/ 100 g até 2,63 g/ 100 g, variando o seu teor consoante a cultivar. Relativamente ao teor em fibra, vários estudos foram efetuados para determinar o tipo de componentes e as respetivas quantidades, concluindo-se que este teor é muito variável consoante variedade. No entanto, um estudo realizado pela USDA, em 2010, concluiu que a quantidade de amido presente é 0,7 g/ 100 g e o total de fibra presente em 100 g é de 12,2 g (Yada *et al.*, 2011).

Elementos Minerais

Schirra *et al.* (1994) estudaram as diferenças no conteúdo mineral desde a frutificação até à época de colheita das amêndoas durante seis meses e comprovaram, de forma evidente, a acumulação significativa de cálcio, cobre, ferro, potássio, magnésio, manganês e zinco nas sementes durante as fases de crescimento, maturação do fruto e, em simultâneo, com a perda de conteúdo no endocarpo. No mesocarpo, os minerais também tendem a aumentar a quantidade excetuando o fósforo e o zinco, que permaneceram constantes (Yada *et al.*, 2011).

Vitaminas

As vitaminas lipossolúveis, estão presentes em concentrações elevadas nas amêndoas (400mg/100g) (Lambertsen, Myclestad & Braekklán. 1962 cit. por Schirra, 1997). A vitamina E (Tocoferol) é constituída por um grupo de oito compostos, os tocoferóis (alfa, beta, gama e delta) e os tocotrienóis (alfa, beta, gama e delta), que são antioxidantes e têm efeitos protetores nos sistemas biológicos, como por exemplo, funções anticancerígenas e neuro protetoras (Sen, Khanna & Roy, 2007 cit. por Yada *et al.*, 2011). A concentração de tocoferol, vai diminuindo gradualmente durante o armazenamento, porventura devido à sua capacidade antioxidante, protegendo os lípidos e prolongando o armazenamento das amêndoas (Yada *et al.*, 2011). O processamento como a torra e a pelagem, causam uma degradação parcial da

vitamina B6, representando perdas na ordem dos 24 a 26% no caso da torrefação e 12% no caso da pelagem (Daoud, Miller & Luh, 1977 cit. por Schirra, 1997).

Composto Tóxicos

Os glicosídeos cianogénicos são produtos do metabolismo natural das plantas, fazendo parte do sistema de defesa contra herbívoros, insetos e moluscos. A concentração destes compostos varia consoante o tipo de variedade, mas também dentro da mesma variedade consoante o uso de adubos, a rega, o clima e a idade da planta (quanto mais nova, maior o teor destes compostos). A amigdalina, faz parte deste grupo de compostos e encontra-se presente nas sementes de frutos da família *Rosaceae*, nomeadamente na amendoeira (Benevides, Souza, M.V., Souza, R.D.B., Lopes, 2011). É um glúcido, composto por duas moléculas de açúcar, uma de ácido cianídrico e outra de benzaldeído. As amêndoas amargas contêm cerca de 3 a 5% de amigdalina e desenvolvem um aroma característico dos compostos cianídricos juntamente com a humidade (Wirthensohn *et al.*, 2008). A degradação enzimática dos glicosídeos cianogénicos e a libertação simultânea de ácido cianídrico e benzaldeído são os responsáveis pelo sabor amargo das amêndoas. Os dois compostos são similares no que toca ao seu odor, mas diferem quanto à sua toxicidade uma vez que o ácido cianídrico é altamente tóxico, representando um perigo para o consumidor (Rossler, 1955 cit. por Schirra, 1997), tendo em conta que a sua dose mínima é de 0,5 mg/kg de peso corporal. A acumulação de ácido cianídrico inicia-se cinco dias após a frutificação atingindo a concentração máxima de 13 μmol /fruto, descendo posteriormente para um teor entre 6 e 13 μmol /fruto. Comercialmente num lote de amêndoas doces são permitidas até 3% de amêndoas amargas. Esta análise pode ser feita sensorialmente, no entanto é um processo algo trabalhoso, demorado e caro que pode ser substituído por análises químicas (Arya & Madhura, 1986 cit. por Schirra, 1997).

As aflatoxinas, correspondem a um grupo de aproximadamente 20 metabolitos tóxicos provenientes dos fungos, mas apenas as aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 estão presentes nos alimentos. A aflatoxina B1, é produzida por três fungos, o *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus nomius*, que pode ser encontrada numa grande variedade de produtos com figos, cereais e frutos secos, nomeadamente as amêndoas (Viegas, 2009). Devido à alta toxicidade das aflatoxinas, estas estão dentro da gama de substâncias mais perigosas para animais e seres humanos (Jimenez, Mateo, Querol, Huerta, & Hernandez, 1991 cit. por Schirra, 1997), facto que foi comprovado por diversos países (Schirra, 1997). No entanto, o aparecimento destas toxinas pode ser reduzido por processos de escolha em que se removem as sementes danificadas, tendo em conta que, estas são mais suscetíveis à

infecção, do que as que se encontrem em bom estado (Phillips, Uota, Monticelli & Curtis, 1976 cit. por Schirra, 1997). As aflatoxinas são também sensíveis ao processamento e a uma série de tratamentos químicos e físicos, como por exemplo o processo torrefação (Bilgrami, Singh, & Ranjan, 1984 cit. por Schirra, 1997). Durante a contaminação por aflatoxinas, ocorre uma diminuição de ácido ascórbico e de açúcares, e um aumento de proteínas e fenóis (Bilgrami, Sinha & Singh 1983 cit. por Schirra, 1997).

1.3 Produtos derivados de sementes e frutos secos

1.3.1 Bebidas alternativas ao leite

Caracterização de bebidas alternativas ao leite

Dentro das bebidas alternativas ao leite, existem algumas que se encontram com mais facilidade no mercado, como a bebida de Soja, Amêndoa e Arroz, cuja composição nutricional se encontra no quadro 2. A bebida de Soja surgiu como uma das primeiras alternativas no mercado e é produzida a partir dos grãos de soja, que são moídos em conjunto com água, sendo a solução aquosa posteriormente separada por filtração. Esta bebida pode ser considerada uma boa fonte de proteína, comparativamente com as restantes. No entanto, o seu teor em lípidos é elevado, em que a maior percentagem corresponde a gorduras polinsaturadas. A bebida de soja tem naturalmente presente o fósforo e o potássio, contudo é pobre em cálcio e algumas vitaminas, pelo que têm de ser adicionados ao produto final. Alguns estudos comprovaram que o consumo regular de alimentos à base de soja, podem interferir com as hormonas e até causar problemas de infertilidade.

A bebida de Amêndoa, é obtida a partir da moagem das sementes juntamente com água e posterior separação da componente líquida (filtração). As grandes vantagens desta bebida residem no facto de ser a menos calórica e conter um baixo teor de lípidos. No entanto, comparativamente com a bebida de soja esta é muito menos rica em proteína. O cálcio também não se encontra naturalmente presente, bem como algumas vitaminas e por isso têm de ser adicionados ao produto.

O fundamento da produção de bebida de arroz, baseia-se no mesmo processo que as bebidas anteriores, em que os grãos de arroz são moídos num meio aquoso e o líquido resultante é aproveitado. A grande desvantagem desta bebida comparativamente com as outras duas, é o seu teor em hidratos de carbono, que é cerca de três vezes superior. Esta bebida é também pobre em termos, cálcio e vitaminas.

Quadro 2 - Composição Nutricional de bebida de soja, amêndoa e arroz num copo de 240 mL

	Bebida de Soja	Bebida de Amêndoa	Bebida de Arroz
Energia, kcal	110	60	120
Proteína, g	8	1	1
Lípidos, g	4.5	2.5	2.5
Hidratos de Carbono, g	9	8	23
Cálcio	45%*	45%*	30%*
Fósforo	25%*	-	15%*
Potássio	10%*	1%*	1%*
Riboflavina	30%*	30%*	-
Vitamina B12	50%*	50%*	25%*
Vitamina A	10%*	10%*	10%*
Vitamina D	30%*	25%*	25%*

Fonte 4 - <https://www.nationaldairycouncil.org/content/2015/whats-in-your-glass-infographic>

*(DR) Dose de Referência para um adulto médio (8400 kJ/ 2000 kcal)

Apesar de apresentarem algumas desvantagens, estas bebidas têm vindo a ocupar um espaço cada vez maior nas cadeias de distribuição, ao mesmo tempo que o consumo de produtos lácteos decresce. Segundo dados da *Nielsen*, verifica-se um aumento no consumo das bebidas vegetais e um decréscimo no consumo de leite. Se antigamente estes produtos eram vistos apenas para um nicho de mercado direcionado para pessoas com intolerâncias alimentares ou alergias, hoje em dia são vistos como produtos mais saudáveis. O envelhecimento da população, o aumento das alergias, as intolerâncias alimentares e a recente divulgação de estudos de que o leite apresenta algumas desvantagens na dieta diária, são fatores que podem contribuir para esta mudança no consumo.

A partir de dados fornecidos pela *Nielsen*, entre agosto de 2014 e agosto de 2015, em Portugal, venderam-se 18,8 milhões de litros de bebidas de soja, mais 19% face ao mesmo período do ano anterior, em que as vendas já tinham registado crescimentos de 8%. A *Alpro* é marca líder do mercado em Portugal, crescendo cerca de 20% ao ano, não só com bebidas de soja, mas também com iogurtes, natas e sobremesas. As bebidas de soja crescem consideravelmente, mas o mercado das bebidas de amêndoa e de coco está a crescer exponencialmente, cerca de 3,5 vezes para a bebida de amêndoa e 6 vezes para a bebida de coco. Em Portugal, também já se denota algum investimento, além das marcas grandes como a *Alpro* ou a *Vive Soy*, uma vez que as cadeias de distribuição já têm produtos com a sua própria marca. Exemplo disso é a empresa “Nutre”, situada no distrito de Aveiro, que é a responsável pela produção de bebidas vegetais da sua marca *Shoyce* e das marcas próprias das cadeias de distribuição.

Produção de bebida de amêndoa

As bebidas amêndoa existentes no mercado podem ser diferenciadas em dois grupos: bebida de amêndoa com um sabor ou cheiro característico de *marzipan* ou bebida de amêndoa com um sabor ou cheiro característico do tipo *nutty*. A primeira, é produzida através de um tratamento húmido em que as amêndoas moídas são aquecidas num meio aquoso, o que faz com que o produto final tenha um alto teor de benzaldeído que pode contribuir para o sabor característico da bebida. Este tipo de bebida é característico do mercado sul europeu e está descrito na patente nº EP 0776165. A bebida de amêndoa do tipo *nutty*, é baseada em amêndoas torradas. Durante o processo de torrefação ocorre o aumento de concentrações de pirazinas, que são compostos heterocíclicos com sabores muito potentes. Este tipo de bebidas é comercializado nos EUA, como descrito na patente nº US 4639374 de 2011.

As bebidas de amêndoa que estão atualmente disponíveis comercialmente têm *flavours* pronunciados que limitam a *drinkability* (quantidade média de uma bebida que é consumida por um indivíduo). Além disso, devido a estes *flavours* pronunciados, torna-se muito mais difícil aromatiza-las com outros *flavours* como chocolate, baunilha ou morango, tirando proveito na mesma das propriedades nutritivas da bebida de amêndoa. Para além disso, a bebida com “*nutty taste*”, apresenta uma cor natural castanha ou ligeiramente castanha, não se assemelhando à cor natural do leite.

A patente europeia nº EP 2476317 A1 - “*Almond drinks and method for their production*” apresenta um método alternativo para a produção de uma bebida de amêndoa. O diagrama de fabrico, encontra-se descrito na figura 8.

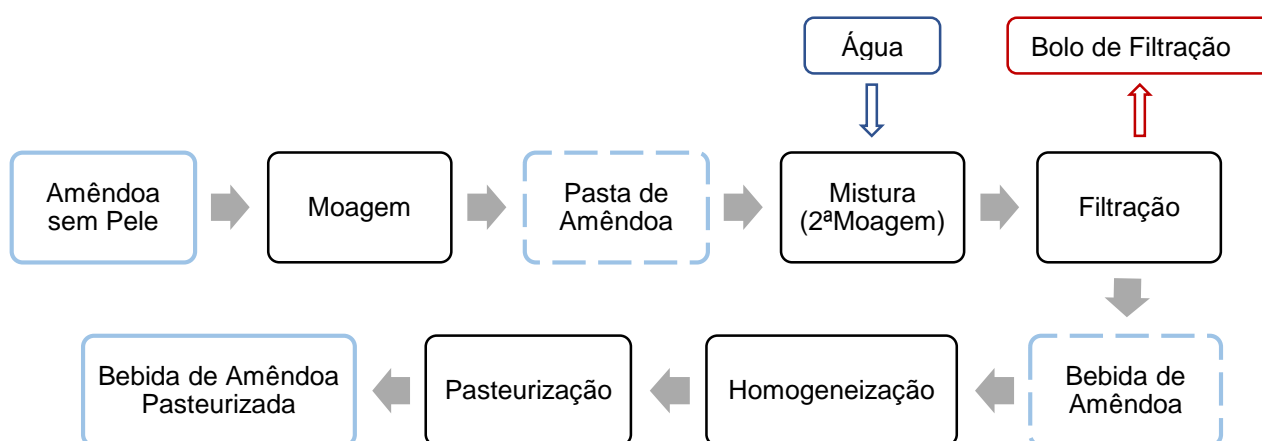


Figura 8 - Diagrama de Produção de Bebida de Amêndoa

Moagem

A primeira etapa do processo consiste na moagem ou trituração das amêndoas sem pele até obter uma pasta de amêndoa. Este processo é realizado sem adição de água, em que numa primeira fase ocorrem forças de corte e de compressão com um moinho de bolas ou um moinho de esferas, resultando na pasta de amêndoa com apenas parte do óleo libertado. Como a moagem se trata de um processo contínuo, decorre até se formarem partículas mais pequenas ($<30\ \mu\text{m}$) e por fim, a pasta pretendida. Esta dimensão de partículas é vantajosa, no aspeto em que se torna mais fácil proceder à dispersão da mesma num meio aquoso.

No entanto, alguns investigadores provaram que ao sujeitar as amêndoas a um tratamento de calor sob condições sem humidade, seguido de uma moagem com a finalidade de obter uma pasta e dispersar essa pasta num meio aquoso, se traduzia num produto final com uma quantidade limitada de concentração de benzaldeído, para além de não adquirir um sabor ou cheiro característico da massa “marzipan”. Esta concentração limitada de benzaldeído, deve-se ao facto de não existir água suficiente para que ocorra a ativação de enzimas que estão envolvidas na sua formação, diminuindo a sua mobilidade e funcionamento (Callewaert, Festjens & Neirynck, 2012). Desta forma, uma secagem prévia pode ser benéfica para a etapa da moagem e é realizada num forno de ar quente, seguindo um binómio tempo/temperatura, em que quanto mais alta a temperatura utilizada, menor será o tempo de secagem.

Mistura

Nesta etapa ocorre a dispersão da pasta obtida na operação anterior, em água, em que podem ser adicionados emulsionantes ou espessantes. Os equipamentos utilizados podem ser diversos misturadores.

Filtração

A etapa de filtração tem como objetivo separar a solução aquosa do bolo de filtração, que pode ser utilizado para incorporação noutros produtos, nomeadamente na pasta de amêndoa (“manteiga de amêndoa”).

Homogeneização

A homogeneização do produto pode ser efetuada antes ou depois do tratamento térmico. Esta etapa tem a função de reduzir o tamanho das células de gordura. Este processo consiste na aplicação de uma alta pressão, continuamente (a uma fase) com um valor de pressão (entre 50 e 200 bar), ou em duas fases, onde se aplicam duas pressões diferentes (primeiro de 200 bar e depois de 50 bar).

Pasteurização

A pasteurização é um processo de esterilização do produto final, através do aquecimento durante um curto período de tempo e seguido de um arrefecimento brusco, que tem como objetivo principal a destruição dos microrganismos presentes. Neste caso é efetuada uma pasteurização UHT ou “*Ultra-High Temperature*”, durante 1 a 10 segundos, a temperaturas entre os 140 °C e os 150 °C. O método mais utilizado é a UHT direta em que ocorre uma injeção de vapor, que depois é removido para um recipiente de ação instantânea, de modo a que a matéria seca que entra, seja mais ou menos igual, à matéria seca que sai. Este recipiente compreende não só o vapor de água removido como também componentes voláteis como os aldeídos, benzaldeído e pirazinas.

1.3.2 Pastas à base de sementes e frutos secos

Caracterização das pastas à base de sementes e frutos secos

Organizações como a *Food and Drug Administration* (FDA), afirmam que consumir cerca de 40 g de frutos secos por dia, pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares. Uma das formas mais comuns de incluir este tipo de produtos na alimentação, é através de pastas para barrar como se se tratasse da manteiga. As pastas a partir de sementes ou frutos secos, ainda não estão muito vulgarizadas em Portugal, apesar de se notar um aumento do seu consumo, visto que estão associadas a um estilo de vida mais saudável por serem consideradas uma boa fonte de proteína, por exemplo para os desportistas, conferindo-lhes energia para os seus treinos. No entanto nos EUA, a “manteiga de amendoim” é muito vulgar e faz parte da alimentação dos americanos há muito tempo. Nos últimos anos, têm surgido outros tipos de pastas consideradas mais saudáveis e que surgiram como alternativas à “manteiga de amendoim”, como por exemplo, a “manteiga de amêndoa” e a “manteiga de girassol”. O princípio de produção é semelhante nas três, sendo fundamentalmente resultado da trituração das sementes, que vão libertando os óleos que fazem parte da sua constituição, dando origem a umas pastas cremosas.

A *USDA Nutrient Data Laboratory*, efetuou um estudo sobre o perfil nutricional de três pastas: “manteiga de amêndoa”, “manteiga de sementes de girassol” e “manteiga de amendoim”, apresentado no quadro 3. O estudo concluiu que em termos de proteína a “manteiga de sementes girassol” tem um teor significativamente menor, comparativamente com as outras duas. No entanto, as três pastas são consideradas boas fontes de proteína visto que, têm uma percentagem considerável do valor diário recomendado pela FDA, apesar da sua limitação em alguns aminoácidos, como a lisina e a metionina (Thomas & Gebhardt, n.d).

Quadro 3 - Composição Nutricional de “manteiga de amêndoa”, “manteiga de sementes de girassol” e “manteiga de amendoim”, por 32 g (≈2 colheres de sopa)

	"Manteiga de Amêndoa"	"Manteiga de Sementes de Girassol"	"Manteiga de Amendoim"
Calorias, kcal	196	197	188
Proteína, g	6.7	5.5	7.0
Lípidos Totais, g	17.8	17.7	15.9
Hidratos de Carbono, g	6.0	7.5	7.7
Dos quais açúcares, g	1.4	3.4	2.1
Fibra, g	3.3	1.8	1.8
Cálcio	111 mg (11%*)	20% (<5%*)	17% (<5%*)
Fósforo	163 mg (16%*)	213 mg (21%*)	107 mg (11%*)
Potássio	239 mg (7%*)	184 mg (5%*)	189 mg (5%*)
Sódio	2mg	106mg	152mg
Ferro	1.12 (6%*)	1.32mg (7%*)	0.69mg (<5%*)
Manganês	0.68mg (34%*)	0.66mg (33%*)	0.44mg (22%*)
Magnésio	89mg (22%*)	100mg (25%*)	57mg (14%*)
Riboflavina	0.30mg (18%*)	0.05mg (<5%*)	-
Vitamina D	7.75mg (39%*)	7.32mg (37%*)	1.90mg (10%*)

Fonte 5 - (Thomas & Gebhardt - Sunflower Seed Butter and Almond Butter as Nutrient-Rich Alternatives to Peanut Butter)

*(DR) Dose de Referência para um adulto médio (8400 kJ/ 2000 kcal)

Em relação aos hidratos de carbono, a “manteiga de amêndoa” surge como a mais rica em fibra e a com menor teor de açúcares. No entanto, há que ter em conta que a “manteiga de amêndoa” utilizada não tinha adição de edulcorantes ao contrário das outras duas, o que pode justificar o menor teor de açúcares (Thomas & Gebhardt, n.d).

Relativamente aos lípidos totais, as três apresentam teores semelhantes, mas a diferença reside no tipo de ácidos gordos presentes. A “manteiga de sementes de girassol” analisada no estudo, era proveniente de *mid-oleic sunflower seeds*, que correspondem a sementes híbridas, a partir da junção de cultivares com maior teor de ácido linoleico e ácido oleico, resultando num girassol que produz os níveis desejados de poli e monoinsaturados. Esta alteração nas sementes levou a que nos resultados, o produto tivesse um maior conteúdo de ácidos gordos monoinsaturados (MUFA), do que as outras duas. Tanto a “manteiga de amêndoa” como a “manteiga de sementes de girassol”, apresentam cerca de metade das gorduras saturadas presentes na “manteiga de amendoim” (Kleingartner, 2002).

Quanto aos minerais, a “manteiga de amêndoa” tem mais cálcio e mais potássio do que as restantes. A “manteiga de sementes de girassol”, tem mais magnésio e fósforo do que as

outras duas. Em termos de sódio, a manteiga de amêndoa não tinha sal adicionado e as outras duas tinham, daí que estas tivessem teores bem mais altos. Tanto a “manteiga de amêndoa” e a “manteiga de sementes de girassol”, têm teores mais altos de manganês e ferro do que a manteiga de amendoim, são excelentes fontes de vitamina E e a primeira ainda é considerada boa fonte de Riboflavina (Thomas & Gebhardt, n.d).

Produção de pasta de amêndoa

O processo de pasta de amêndoa, é relativamente simples e baseia-se na moenda de sementes torradas. Ao serem moídas, as amêndoas vão libertando os óleos que fazem parte da sua constituição, e juntamente com os fragmentos resultantes da própria operação, formam uma pasta cremosa. Com base na patente de 28 de novembro de 2000, com o nº6153247, é sugerido um diagrama de produção para este produto, apresentado na figura 9.

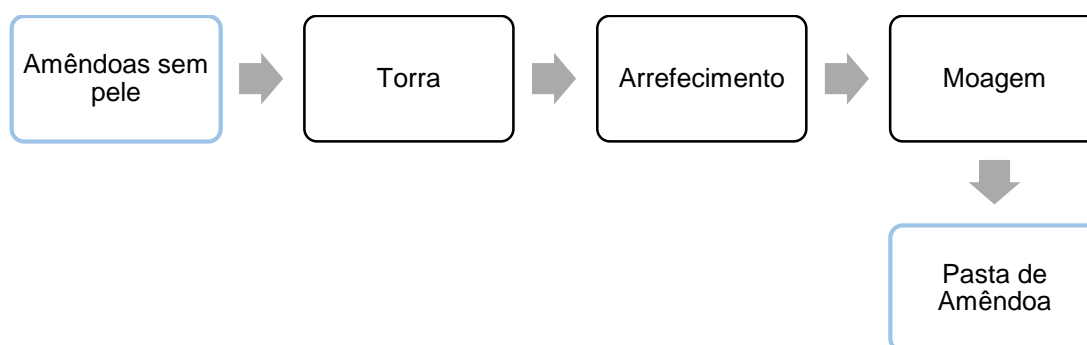


Figura 9 - Diagrama de Produção de Pasta de Amêndoa

Torra

O processo de torra pode ser efetuado em amêndoas com pele e amêndoas sem pele e tem como objetivo a redução do seu teor de humidade. Para este processo pode ser utilizado um secador de túnel, que pode ser de um estágio ou de dois estágios com uma variedade de temperaturas, ou ainda um secador de tambor, que geralmente consegue fornecer o ar quente de forma mais uniforme. O princípio básico consiste na utilização de ar quente, geralmente a temperaturas entre os 130-150°C, durante 40-45 min à temperatura mais baixa e 10-15 min à temperatura mais alta. No entanto, este binómio temperatura/tempo, pode variar consoante alguns fatores como a quantidade de amêndoas utilizadas, a quantidade humidade inicial, a temperatura inicial das amêndoas, a velocidade do secador, e a entrada de ar quente no secador. Assim, para cada tipo de equipamento, o fabricante sugere um determinado binómio temperatura/tempo, de modo a se obter um produto com vários “pontos de torra” (pouco,

medianamente ou muito torrado), que variam consoante a finalidade pretendida (California almonds, 2007).

Arrefecimento

Antes de se proceder à moagem é necessário um arrefecimento das amêndoas, para a temperatura ambiente, de modo a não prejudicar a operação seguinte, nomeadamente o sobreaquecimento do equipamento utilizado durante a moagem.

Moagem

Para se obter uma pasta cremosa é necessário proceder a uma moagem lenta, de modo a que os óleos próprios das amêndoas, possam ser libertados e a que os fragmentos sejam aglomerados, tornando-se num produto final uniforme. Nesta fase, é possível adicionar outros ingredientes, como os edulcorantes para complementar o produto final.

2 Desenvolvimento Experimental

Atendendo a que o objetivo da presente dissertação se centrou no desenvolvimento de bebidas e pastas de amêndoa, a componente experimental correspondente para cada um dos produtos compreendeu duas fases:

1. Caracterização de produtos comerciais
2. Desenvolvimento e caracterização de produtos elaborados a partir de variedades de amêndoa típicas da Herdade do Sabugueiro (Belona, Lauranne e Soleta)

2.1 Metodologias Analíticas

2.1.1 Caracterização físico-química

Para a caracterização das amostras de bebida de amêndoa, procedeu-se à determinação do pH, teor de sólidos solúveis (°Brix) e cor. No caso das pastas de amêndoa, apenas foi determinada a cor.

Na determinação do pH, utilizou-se um potenciómetro “CRISON MICRO pH 2001”, que foi previamente calibrado com duas soluções padrão pH=4 e pH=7. Depois de calibrado procedeu-se à leitura das amostras, em que para cada amostra, foram realizados 3 ensaios e determinou-se as médias dos mesmos, para cada amostra.

Na determinação do teor de sólidos solúveis, utilizou-se um refratómetro digital “ATAGO DRA 1”. O valor de °Brix é um indicativo da quantidade de açúcares presente, uma vez que a escala Brix é calibrada pelo número de gramas de açúcar contidos em 100 g de solução. Inicialmente procedeu-se à calibração do refratómetro com água destilada. De seguida para cada amostra, efetuaram-se 3 medições de °Brix do filtrado e calculou-se a média para cada uma.

Na determinação da cor utilizou-se um colorímetro “Konica Minolta – Chroma Meter CR-400”, com base num sistema de coordenadas CIE $L^*a^*b^*$, definido pela “*Commission Internationale de L'éclairage*” – “CIE 1976 $L^*a^*b^*$ Uniform Colour Space”. A coordenada L^* mede a luminosidade, variando entre 0 (negro) e 100 (branco), a coordenada a^* mede as tonalidades vermelha (em valores positivos) e verde (em valores negativos) e a coordenada b^* mede as tonalidades amarela (valores positivos) e azul (valores negativos). A partir das coordenadas cartesianas a^* e b^* é possível calcular as coordenadas cilíndricas C^* e h° , sendo

C* o croma (saturação da cor) e h° o ângulo de tonalidade. Para cada amostra, realizaram-se 10 ensaios, obtendo os respectivos valores das três coordenadas e para cada coordenada, efetuou-se o cálculo da média dos 10 ensaios. No entanto, no caso das pastas de amêndoa comerciais foram avaliadas duas amostras de cada marca.

2.1.2 Análise Sensorial – Método de aceitação/hedónico

O método de aceitação/hedónico foi realizado de acordo com a Norma ISO 1136:2014, tendo em conta que o objetivo pretendido passava por perceber de entre os produtos apresentados, quais os que o consumidor preferia, quais seriam aceites e quais os atributos preferidos. A avaliação sensorial decorreu na sala de provas do Instituto Superior de Agronomia concebida para o efeito. No início do teste, foram dadas as instruções necessárias para a realização do mesmo e foram entregues a cada provador, as amostras com um código numérico de 3 dígitos, de forma monódica. Entre cada amostra foi sugerido aos provadores que intercalassem com maçã e água, de forma a efetuar a lavagem da boca evitando assim, a fadiga do paladar para a amostra seguinte. No caso das pastas de amêndoa, foi ainda possível realizar a prova com tostas. Cada amostra de bebida de amêndoa continha cerca de 5 mL e cada amostra de pasta de amêndoa correspondia a uma colher de chá.

Para cada amostra foi preenchida uma ficha prova (anexo I-A e anexo I-B), com uma escala hedónica estruturada com 9 níveis para os atributos, em que: 1 – Desgostei muitíssimo; 2 – Desgostei muito; 3 – Desgostei moderadamente; 4 – Desgostei ligeiramente; 5 – Nem gostei/Nem desgostei; 6 – Gostei ligeiramente; 7 – Gostei moderadamente; 8 – Gostei muito; 9 – Gostei muitíssimo. Nas bebidas os atributos avaliados foram o aspeto geral, doce, aroma, gosto e cor e nas pastas foram o aspeto geral, aroma, adesividade, gosto, cor e homogeneidade.

Para a intensidade de sabor a amêndoa das amostras, utilizou-se uma escala de 4 níveis: 1 - Sabor Reduzido; 2 – Sabor Satisfatório; 3 – Sabor Muito Bom; 4 – Sabor Excessivo.

No que respeita à intenção de compra, a escala contemplava 5 níveis: 1 - Não compraria de certeza; 2 – Provavelmente não compraria; 3 – Não sei se compraria; 4 – Provavelmente compraria; 5 – Compraria de certeza.

2.1.3 Análise Sensorial – Método de ordenação

O teste de ordenação foi realizado de acordo com a Norma ISO 8587:2006, atendendo a que o objetivo seria os provadores ordenarem de acordo com as suas preferências as amostras apresentadas. Este teste permite concluir se existem diferenças na forma como os indivíduos sentiram as amostras na generalidade dos atributos. As provas de análise sensorial decorreram na sala de provas do Instituto Superior de Agronomia concebida para o efeito e foram realizadas em dois dias diferentes para cada produto. No início do teste, foram dadas as instruções necessárias para a realização do mesmo e foram efetuadas duas séries de prova. Em cada série foram entregues ao mesmo tempo, a cada provador, o número total de amostras. Cada amostra correspondia a um código numérico de 3 dígitos, que foi diferente nas duas séries de prova. Foi pedido ao provador para ordenar as amostras por ordem crescente, consoante a sua preferência, com o preenchimento de uma ficha (anexo II-A e anexo II-B). Entre cada série foi sugerido aos provadores que intercalassem com maçã e água, de forma a efetuar a lavagem da boca evitando assim, a fadiga do paladar para a amostra seguinte. No caso das pastas de amêndoa, foi ainda possível realizar a prova com tostas. Cada amostra de bebida de amêndoa continha cerca de 5 mL e cada amostra de pasta de amêndoa correspondia a uma colher de chá.

2.1.4 Análise Estatística dos Resultados

Para o tratamento estatístico dos resultados dos parâmetros físico-químicos, utilizou-se o método da análise de variância (ANOVA), com a comparação das médias através do teste de Fisher LSD (*F-test*). O objetivo do teste prende-se por determinar a homogeneidade entre as amostras, nos parâmetros supramencionados, no ponto 3.1.1. Nesta metodologia, efetua-se um teste de hipóteses onde:

H_0 – Não existem diferenças significativas entre as médias

H_1 – Existem diferenças significativas em pelo menos um par de médias

Rejeita-se H_0 , quando $pvalue < 0,05$ e $F_{calc} > f_{\alpha} (k-1, n-k)^1$. O intervalo de confiança utilizado foi de 95% ($\alpha = 0,05$).

¹ k níveis, com $k-1$ (graus de liberdade do factor); n observações independentes, sendo $n_i (i = 1, \dots, k)$ correspondentes ao nível i do factor, em que $n-k$ (graus de liberdade dos resíduos); $\alpha = 0,05$ (nível de significância)

O valor de F_{calc} é calculado, a partir da seguinte fórmula:

$$F_{calc} = \frac{QMF}{QMRE}^2$$

Onde,

QMF - Quadrado médio associado aos efeitos do fator

QMRE – Quadrado médio residual

Os cálculos foram efetuados com o auxílio do programa *Microsoft Office Excel*, bem como do programa *STATISTICA*. Os resultados encontram-se apresentados através de histogramas, com os valores obtidos para a média e desvio-padrão das amostras, para cada parâmetro.

A análise dos resultados dos testes hedónicos, consistiu no cálculo de medianas para cada atributo e na representação gráfica através de histogramas, para uma melhor interpretação dos mesmos.

Para a análise estatística dos resultados da prova de ordenação, efetuou-se o teste de *Friedman*, segundo a Norma ISO 8587:2006. O primeiro valor a ser calculado é o valor de *Friedman*, Fr , tendo em conta o número de provadores (j) e o número de amostras (p), utilizando a seguinte fórmula:

$$Fr = \frac{12}{j \times p \times (p + 1)} (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3 \times j \times (p + 1)$$

Onde,

j - Representa o número de provadores;

p - Representa o número de amostras;

R_i - Representa a soma das ordens para o produto j (1, 2, ..., k).

A hipótese H_0 afirma que as amostras são significativamente semelhantes e H_1 diz que as amostras são significativamente diferentes. Caso $F_r > F$ (valor tabelado na norma), rejeita-se H_0 e conclui-se que existem diferenças significativas entre as ordens do somatório dos produtos.

² QMF = SQF/k-1; QMRE = SQRE/n-k

A globalidade dos resultados físico-químicos e sensoriais foi submetida a uma análise multivariada, em que a metodologia aplicada foi a análise em componentes principais (ACP). Esta análise permite estudar os inter-relacionamentos entre as variáveis, com o objetivo de encontrar um conjunto de fatores que explique o que as variáveis originais partilham em comum. As variáveis de um dado grupo podem estar fortemente correlacionadas entre si, mas ter correlações relativamente pequenas com variáveis de outro grupo. Cada grupo de variáveis representa um fator (componente principal), que é responsável pelas correlações observadas. Desta forma, pode-se afirmar que a ACP permite identificar um número relativamente pequeno de fatores, que podem identificar uma relação entre um conjunto de variáveis relacionadas entre si. Os resultados para a ACP, são apresentados através de quadros com os valores e de projeções gráficas de forma a ilustrar os resultados.

Para uma melhor clarificação dos resultados obtidos, estes foram também sujeitos a uma análise de *Cluster*, que tem como objetivo principal agrupar as amostras em grupos homogêneos, tendo como base a análise fatorial. De acordo com o *Complete-Linkage Method*, a interpretação é feita pela distância euclidiana, representada através de um dendograma e considera-se que quanto maior for a distância que separa as classes, mais diferentes são as amostras.

A análise em componentes principais (ACP), bem como a análise de *Cluster* foi efetuada com o auxílio do programa *STATISTICA*.

2.2 Caracterização de produtos comerciais derivados de amêndoa

A primeira fase do trabalho experimental consistiu na caracterização dos produtos à base de amêndoa, adquiridos em superfícies comerciais, com o objetivo de fazer um breve estudo sobre os produtos disponíveis no mercado.

3.2.1 Caracterização de bebidas de amêndoa comerciais

3.2.1.1. Amostragem e identificação das amostras de bebida de amêndoa

Para o estudo das bebidas foram utilizadas quatro amostras, de duas marcas diferentes: *Alpro Original* com adição de açúcar - AA (2% de amêndoa), *Alpro* sem açúcar - ASA (2% de amêndoa), *Provamel* com adição de xarope de agave - PXA (7% de amêndoa) e *Provamel* simples - PA (7% de amêndoa). A escolha destas bebidas deve-se ao facto da marca *Provamel* ser biológica, com maior teor de amêndoa e sem aditivos, e a marca *Alpro* não ser biológica, apresentar menor teor de amêndoa e conter aditivos (figura 10).



Figura 10 - Amostras comerciais de bebida de amêndoa

A composição nutricional das bebidas encontra-se no anexo III-A. As bebidas *Alpro Original* e *Provamel* com *Xarope de Agave*, têm um valor mais elevado de hidratos de carbono, uma vez que têm adicionados ao produto final sacarose e frutose, respetivamente. Relativamente ao teor de lípidos, as duas bebidas da marca biológica *Provamel* têm uma maior quantidade deste nutriente, que pode estar relacionado com um maior teor de amêndoa presente no produto final. Na componente proteica, verifica-se igualmente uma maior percentagem nas bebidas biológicas, apesar da diferença não ser tão discrepante como nos lípidos. Relativamente à presença de sal, não existem diferenças muito marcadas entres as amostras.

Quanto à presença de aditivos, apenas as duas bebidas da marca *Alpro*, têm adicionado cálcio e vitaminas, não diferindo os valores de uma para a outra e ainda, emulsionantes e estabilizantes. Por fim no que respeita ao teor de fibra, as bebidas *Provamel* apresentaram um teor relativamente superior às bebidas *Alpro*. As bebidas foram analisadas para os parâmetros físico-químicos e sensoriais, segundo as metodologias descritas em 3.1.

3.2.1.2. Resultados da caracterização físico-químico das amostras de bebida de amêndoa

Os resultados da cor, para os parâmetros L^* (luminosidade), C^* (croma) e h° (tonalidade) encontram-se apresentados na figura 11, 12 e 13, respetivamente. A partir dos resultados efetuados para o parâmetro L^* , pode-se afirmar que existem diferenças significativas entre as médias das amostras de bebida de amêndoa ($p < 0,05$ e $F_{\text{calc}} > f_{\text{tab}}$), como apresentado no anexo IV – A (quadro 14).

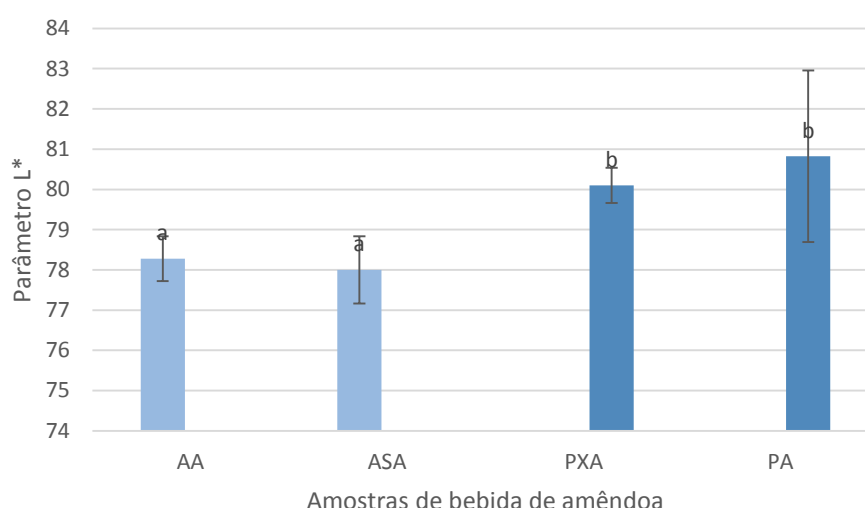


Figura 11 - Parâmetro L^* das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$)

Analisando a figura 11, verifica-se que é possível agrupar as amostras, com semelhanças entre si, em dois grupos. O grupo *a* corresponde às amostras AA e ASA, em que os valores variam entre 78,3 e 78,0, respetivamente. O grupo *b* corresponde às amostras PXA e PA, 80,1 e 80,8, respetivamente. Desta forma, as amostras da marca *Provamel*, apresentam uma coloração mais branca, uma vez que o valor de L^* é maior do que nas amostras da marca *Alpro*. De salientar, que esta diferença pode dever-se à composição dos produtos, uma vez que as amostras do grupo *a* continham um menor teor de amêndoa (2%) e presença de aditivos e as do grupo *b* um maior teor de amêndoa (7%) e sem aditivos.

Para o parâmetro C^* , pode-se afirmar que existem diferenças significativas entre as médias das amostras de bebida de amêndoa ($p < 0,05$ e $F_{\text{calc}} > f_{\text{tab}}$), como apresentado no anexo IV – A (quadro 15).

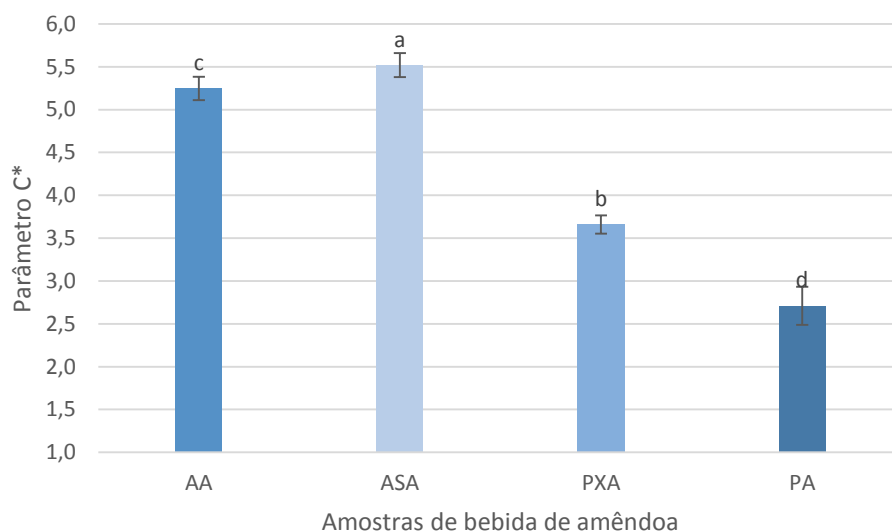


Figura 12 - Parâmetro C^* das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$)

Analisando a figura 12, verifica-se que não existem semelhanças entre as amostras. A amostra ASA, é a que apresenta a cor mais intensa, uma vez que apresenta o maior valor (5,5). É de salientar que as amostras da marca *Provamel*, apresentam menores valores do que as da marca *Alpro*, o que revela uma menor intensidade de cor das primeiras. Este aspeto pode estar relacionado com o facto das amostras PXA e PA, apresentarem uma coloração mais esbranquiçada, como referido na figura 11.

No parâmetro h^o , foi possível verificar que existem diferenças significativas entre as médias das amostras de bebida de amêndoa ($p < 0,05$ e $F_{\text{calc}} > f_{\text{tab}}$), como apresentado no anexo IV – A (quadro 16).

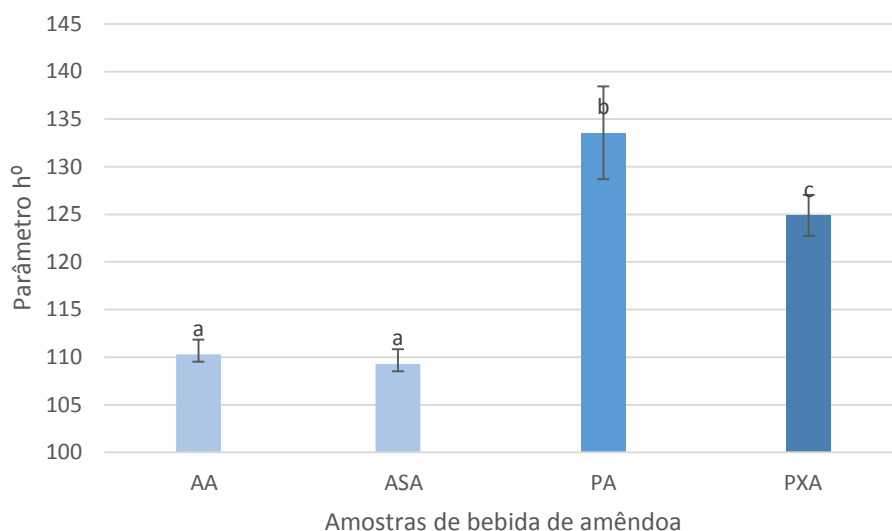


Figura 13 - Parâmetro h^o das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$)

Analisando a figura 13, verifica-se que as amostras da marca *Alpro* formam um grupo com semelhanças entre si, ou seja, ambas apresentam o mesmo tom, mas com ligeiras diferenças, uma vez que os valores para cada amostra não são exatamente iguais. A amostra PA apresenta o maior valor (≈ 133) aproximando-se mais dos tons verdes, que vai de encontro aos resultados obtidos para a coordenada a^* , atendendo a que esta amostra apresentou o valor mais negativo deste parâmetro ($\approx -1,9$), como apresentado no quadro 13 (anexo IV-A).

Os resultados obtidos para o parâmetro pH, encontram-se apresentados na figura 14. A análise estatística permitiu verificar que as quatro amostras apresentam valores próximos da neutralidade ($\text{pH} = 7$) e que existem diferenças significativas entre as médias das amostras de bebida de amêndoa ($p < 0,05$ e $F_{\text{calc}} > f_{\text{tab}}$), como apresentado no quadro 17, no anexo IV-B.

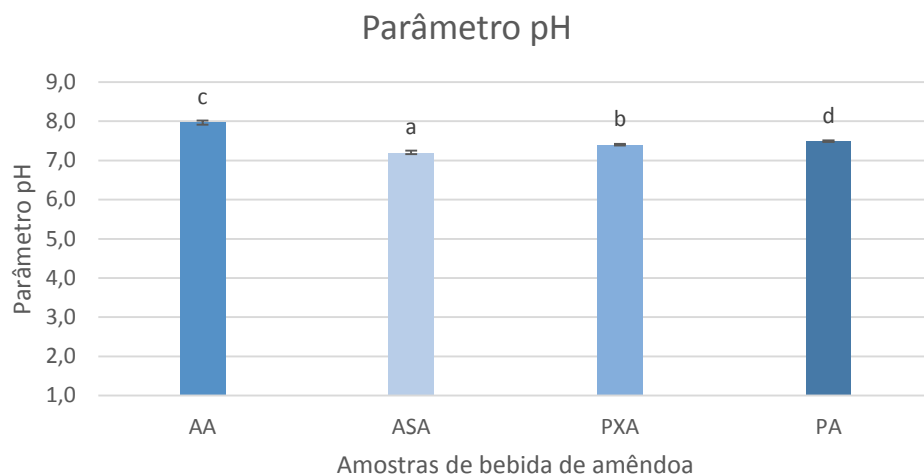


Figura 14 - Parâmetro pH das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$)

Analisando a figura 14, verifica-se que as amostras não se agrupam entre si, logo é possível afirmar que não existe semelhanças entre elas. Desta forma, o pH pode ser influenciado pela composição das amostras, atendendo a que existem diferenças no que respeita ao teor de amêndoa, ao teor de açúcar e à presença de aditivos entre cada uma.

Relativamente ao teor de sólidos solúveis, os resultados da análise estatística permitiram verificar que, existem diferenças significativas entre as médias das amostras de bebida de amêndoa ($p < 0,05$ e $F_{\text{calc}} > f_{\text{tab}}$) (anexo IV-C). As amostras formam três grupos com semelhanças entre si, como apresentado na figura 15.

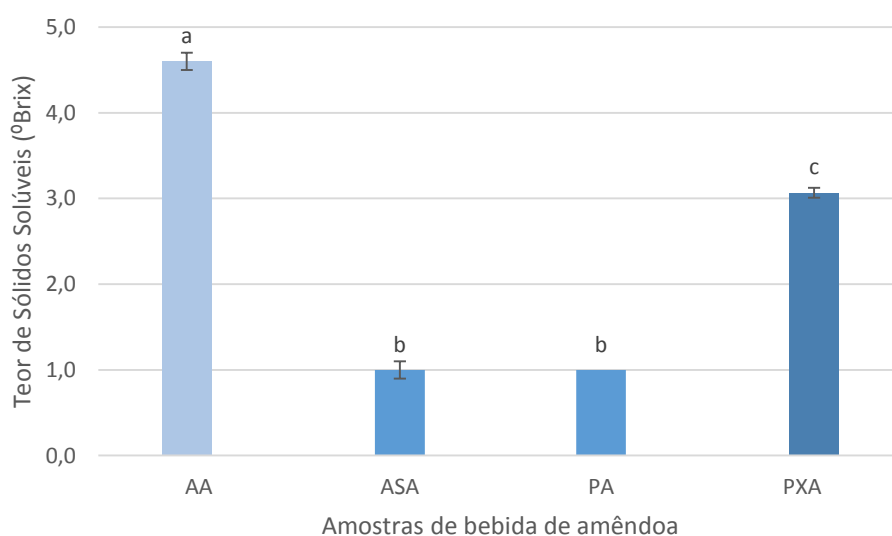


Figura 15 – Parâmetro TSS (°Brix) das amostras de bebida de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$)

Analisando a figura 15, verifica-se que existe uma clara diferenciação entre as amostras AA e PXA com valores superiores e as amostras ASA e PA com valores mais baixos, que são estatisticamente semelhantes entre si. De salientar que o °Brix parece ser independente do teor de amêndoa, já que ASA contém 2% e PA contém 7%. Estes valores não são coerentes com os valores referidos nos rótulos para os hidratos de carbono, 0,1 g/ 100 g da amostra ASA e 0,2 g/ 100 g da amostra PA. Desta forma, os valores medidos e referidos no rótulo, deveriam ser confirmados.

3.2.1.3 Resultados da análise sensorial das bebidas de amêndoa

O método utilizado para a realização das provas de análise sensorial, foi o método de aceitação/hedónico de acordo com a Norma ISO 1136:2014. Os atributos avaliados para as amostras foram o aspeto geral, doce, aroma, gosto e cor, segundo a metodologia referenciada no ponto 3.1.2. O painel de provadores foi constituído por 50 consumidores, com idades compreendidas entre os 15 e os 71 anos, como apresentado no quadro 4.

Quadro 4 - Características do Painel de Provadores

Nº Total de Provadores	50
Nº de Provadores do Género Feminino	32
Nº de Provadores do Género Masculino	18
Média das Idades dos Provadores	26

Os resultados estão representados através de histogramas das medianas. Para uma melhor análise de resultados, fez-se uma diferenciação entre consumidores habituais deste tipo de produtos, consumidores não habituais e os dois em conjunto (todos os consumidores). No entanto, após a análise dos resultados verificou-se que não existiam diferenças entre os diferentes tipos de consumidores, levando às mesmas conclusões. Deste modo, apresentam-se apenas os resultados obtidos para o conjunto total dos 50 provadores (figura 16).

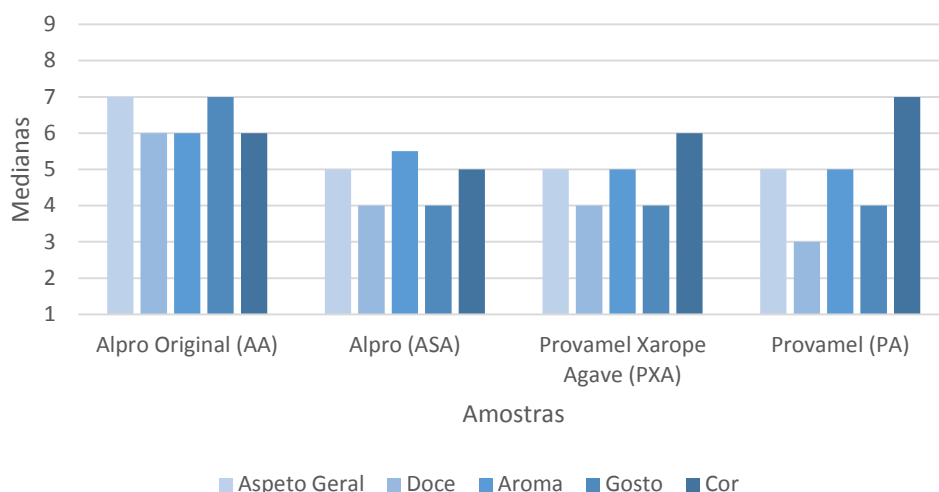


Figura 16 - Pontuações dos atributos das amostras de bebida de amêndoa comerciais

Analisando a distribuição das classificações efetuadas pelos provadores para cada produto (figura 16), depreende-se que os consumidores têm preferência pelo produto *Alpro Original* (2% de teor de amêndoa, com adição de açúcar), que obteve na generalidade dos atributos maiores pontuações, em que os atributos “Aspetto Geral” e o “Gosto”, obtiveram os valores mais altos.

No respeito ao atributo cor, este obteve a maior pontuação na amostra PA, com o valor 7 (“gostei moderadamente”). Atendendo a que as amostras da marca *Provamel*, apresentaram em média, maior pontuação neste atributo, verifica-se que os consumidores tendem a preferir uma cor mais branca (> valor de L*). Esta preferência pode estar relacionada com o facto de os consumidores associarem a cor deste tipo de bebida à cor do leite (branco). Na globalidade dos resultados, a amostra ASA apresenta menores pontuações relativamente aos cinco atributos.

Para o atributo “Doce”, verificou-se que a menor pontuação foi atribuída à amostra PA com o valor 2 (“desgostei muito”) e a maior pontuação à amostra AA com o valor 6 (“gostei ligeiramente”). É possível relacionar este atributo com o teor de sólidos solúveis (°Brix), atendendo a que as amostras com menor valor de °Brix, PA e ASA (1,0), também apresentam pontuações baixas a nível sensorial. Estas duas amostras diferem no que respeita ao teor de amêndoa, verificando-se que a amostra PA (7% de teor de amêndoa) apresenta uma menor pontuação (valor 3), comparativamente com a amostra ASA (2% de teor de amêndoa), ou seja, uma maior quantidade de amêndoa pode influenciar negativamente o atributo sensorial “Doce”.

Relativamente ao atributo “Aroma”, verifica-se que as amostras com maior teor de amêndoa (PXA e PA) apresentaram menor pontuação (valor 5). Assim, é possível afirmar que o teor de amêndoa pode não estar diretamente relacionado com este atributo sensorial.

Na figura 17, encontram-se os resultados obtidos para a avaliação conjunta dos 50 provadores, relativamente à Intensidade de Sabor a Amêndoa, avaliada numa escala hedónica estruturada de 1 a 4.

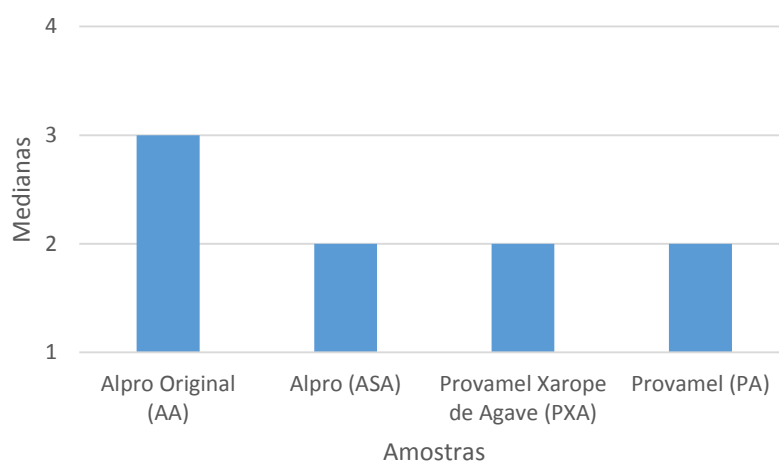


Figura 17 - Intensidade do Sabor a Amêndoa das amostras de bebidas de amêndoa comerciais

Analisando a figura 17, constata-se que nenhuma das amostras apresenta um “Sabor Excessivo” (valor 4) e que a pontuação foi semelhante para três dos produtos (PA, PXA e ASA), com o valor 2 (“Sabor Satisfatório”). A amostra *Alpro Original* destacou-se das restantes, com o valor 3 (“Sabor Muito Bom”), tendo obtido a pontuação mais alta. É de notar que apesar dos produtos da marca *Provamel*, apresentarem um maior teor de amêndoa na sua composição, não obtiveram uma classificação mais alta do que os da marca *Alpro*. Assim, pode-se relacionar o teor de açúcar com a intensidade do sabor a amêndoa, uma vez que a adição de açúcar tende a aumentar a percepção do sabor a amêndoa.

Os resultados da Intenção de Compra, encontram-se apresentados na figura 18. Este parâmetro foi avaliado numa escala hedónica estruturada de 1 a 5.

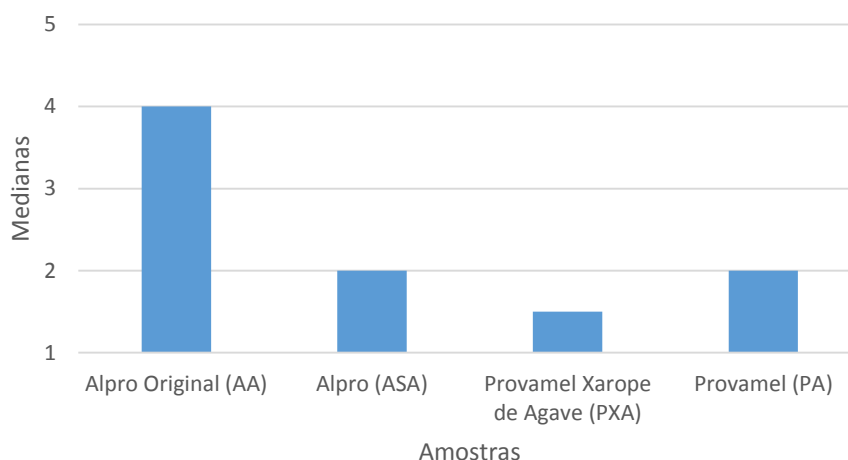


Figura 18 - Intenção de compra das amostras de bebida de amêndoa comerciais

Analisando a figura 18, verifica-se que o produto com a pontuação mais elevada por parte dos consumidores foi o *Alpro Original*, com o valor 4 (“Provavelmente Compraria”). Esta preferência vai de encontro aos resultados apresentados na figura 16, para a avaliação dos atributos, uma vez que este produto foi o que obteve uma pontuação mais alta na generalidade dos atributos. O produto *Provamel Xarope de Agave*, foi o que obteve menor classificação, em que os consumidores “*Não comprariam de certeza*” ($\approx 1,5$). Para as amostras PA e ASA a pontuação foi de valor 2, o que significa que a maior parte dos consumidores “*Provavelmente não compraria*” estes dois produtos.

Em suma para a globalidade dos resultados sensoriais, denota-se uma preferência do consumidor para a bebida com maior teor de açúcar e menor teor de amêndoa (2%), a *Alpro Original*.

3.2.2 Caracterização de pastas de amêndoa comerciais

3.2.2.1 Amostragem e identificação das amostras de pasta de amêndoa

Relativamente às pastas de amêndoa, foram estudadas duas amostras, uma à base de amêndoa com pele da marca “Nature Foods” (AP1 e AP2) e outra à base de amêndoa sem pele da marca “Próvida” (ASP1 e ASP2), que se encontram apresentadas na figura 19. A composição e caracterização dos dois produtos encontra-se apresentada no anexo III-B.



Figura 19 - Amostras comerciais de pasta de amêndoa

A maior discrepância em termos nutricionais entre as duas pastas, é a sua composição relativamente aos hidratos de carbono, uma vez que a pasta de amêndoa sem pele é a que apresenta um maior valor comparativamente com a pasta de amêndoa com pele. Relativamente à quantidade de lípidos, não existem diferenças significativas. Quanto às proteínas e teor em fibra, a amostra ASP apresenta um menor valor de proteínas e maior teor em fibra, comparativamente com a amostra AP. As duas amostras, contêm também a presença de alguns minerais, mas a pasta da *Nature Foods* tem presente ainda algumas vitaminas na sua composição. As pastas foram analisadas para os parâmetros físico-químicos e sensoriais, segundo as metodologias descritas em 3.1.

3.2.2.2 Resultados da caracterização da cor das amostras de pasta de amêndoa

Os resultados para a avaliação da cor para os parâmetros L^* , C e h° das pastas de amêndoa, encontram-se apresentados nas figuras 20, 21 e 22, respectivamente. Analisando os resultados estatísticos, para o parâmetro L^* pode-se afirmar que existem diferenças significativas entre as médias das amostras de pasta de amêndoa ($p < 0,05$ e $F_{\text{calc}} > f_{\text{tab}}$), no anexo V, quadro 20.

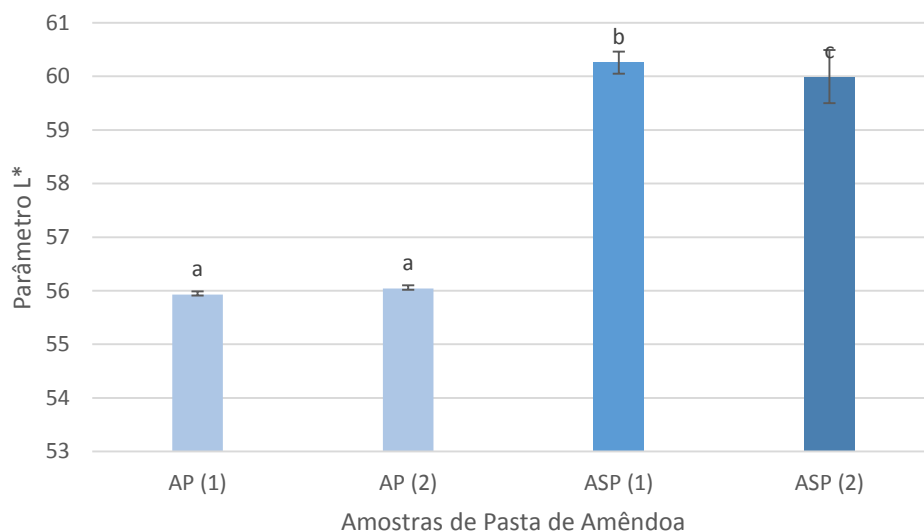


Figura 20 - Parâmetro de L^* das amostras de pasta de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$)

Atendendo aos resultados apresentados na figura 20, verifica-se que as amostras da pasta de amêndoa com pele (AP), apresentam semelhanças entre si formando o grupo *a*. No entanto, apesar das amostras ASP1 e ASP2 serem da mesma marca, verificou-se que não apresentam semelhanças entre si, o que pode estar relacionado com erros experimentais na medição das amostras. É de salientar que as amostras da pasta com pele, apresentam uma coloração com menor luminosidade ($<$ valor de L^*), comparativamente com as restantes.

Para o parâmetro C^* , pode-se afirmar que existem diferenças significativas entre as médias das amostras de bebida de amêndoa ($p < 0,05$ e $F_{\text{calc}} > f_{\text{tab}}$), como apresentado no anexo V (quadro 21).

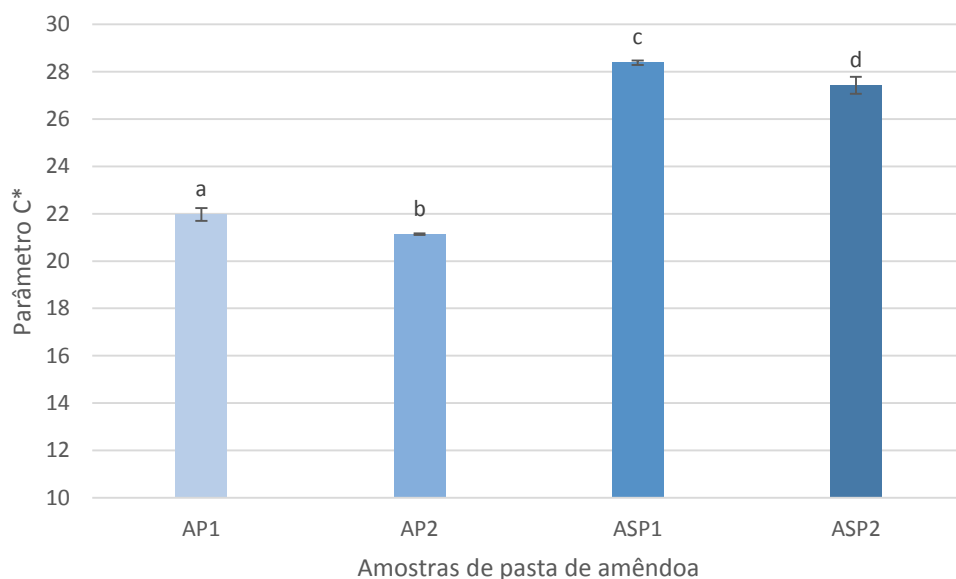


Figura 21 - Parâmetro de C das amostras de pasta de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$)*

Analisando a figura 21, verifica-se que não existem semelhanças entre as amostras, apesar dos pares das amostras AP1/AP2 e ASP1/ASP2 serem da mesma marca. Contudo, é de salientar que as amostras pasta de amêndoa sem pele (ASP1 e ASP2), apresentaram maiores valores comparativamente com as pastas de amêndoa com pele (AP1 e AP2). Assim, é possível afirmar que a pasta de amêndoa sem pele, apresenta uma cor mais intensa.

Para o parâmetro h^0 , pode-se afirmar que existem diferenças significativas entre as médias das amostras de bebida de amêndoa ($p < 0,05$ e $F_{\text{calc}} > f_{\text{tab}}$), como apresentado no anexo V (quadro 22).

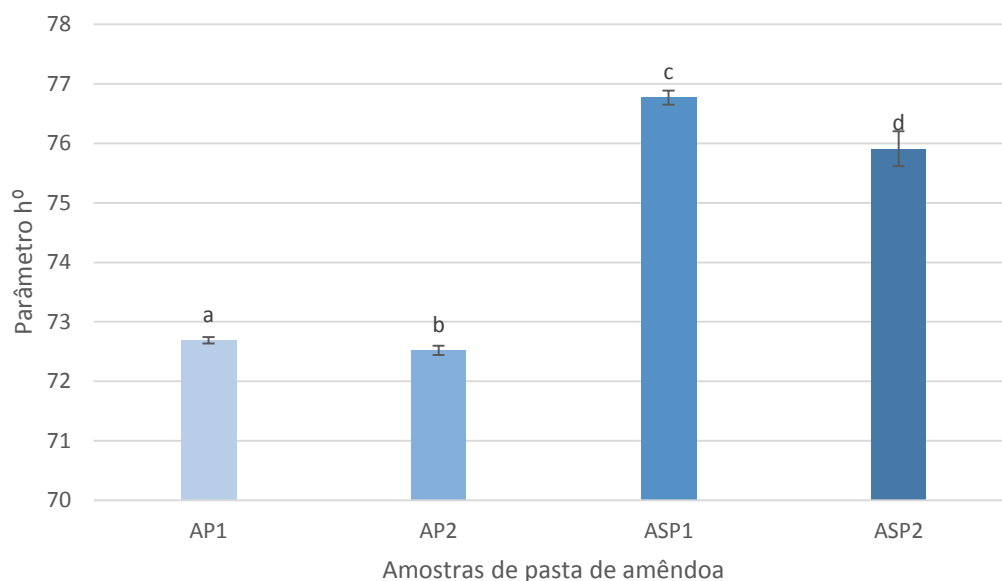


Figura 22 - Parâmetro de h° das amostras de pasta de amêndoa comerciais. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$)

Atendendo à figura 22, verifica-se que à semelhança do parâmetro C^* , não existem semelhanças entre as amostras, apesar dos pares das amostras AP1/AP2 e ASP1/ASP2 serem da mesma marca. No entanto é de salientar que as amostras pasta de amêndoa sem pele (ASP1 e ASP2), apresentaram maiores valores comparativamente com as pastas de amêndoa com pele (AP1 e AP2) e que as duas marcas apresentam uma tonalidade dentro dos tons amarelos.

3.2.2.3 Resultados da análise sensorial das amostras de pasta de amêndoa

O método utilizado para a realização das provas de análise sensorial, foi o método de aceitação/hedônico de acordo com a Norma ISO 1136:2014. A amostra Pasta de amêndoa com pele (AP) da marca “Nature Foods” e a Pasta de amêndoa sem pele (ASP) da marca “Próvida”, foram avaliadas para seis atributos: aspeto geral, aroma, adesividade, gosto, cor e homogeneidade, segundo a metodologia supramencionada no ponto 3.1.2.

O painel de provadores foi constituído por 50 consumidores, com idades compreendidas entre os 19 e os 70 anos, como apresentado no quadro 5.

Quadro 5 - Características do Painel de Provadores

Nº Total de Provadores	50
Nº de Provadores do Género Feminino	33
Nº de Provadores do Género Masculino	17
Média das Idades dos Provadores	32

Os resultados encontram-se apresentados através de histogramas das medianas e tal como nas bebidas de amêndoa, não foram observadas diferenças consoante o tipo de consumidores. Assim, apresentam-se apenas os resultados obtidos para o conjunto total dos 50 provadores (figura 23).

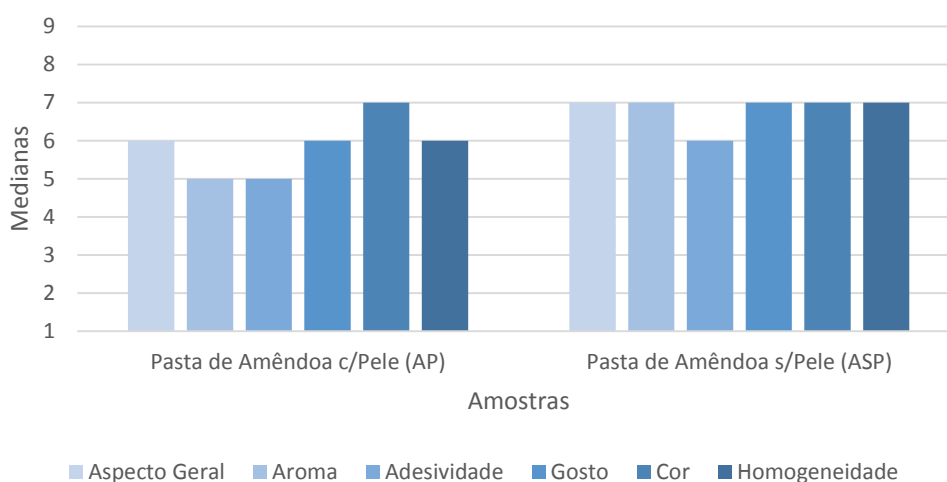


Figura 23 – Pontuações dos atributos das amostras de pasta de amêndoa comerciais

Analisando os resultados apresentados na figura 23, verifica-se que para a generalidade dos atributos os consumidores preferiram a amostra a ASP, em detrimento da amostra AP. O atributo “Cor” foi o único que foi classificado com a mesma pontuação para as duas amostras (valor 7), apesar de que na análise físico-química destas (ponto 3.2.2.2), este parâmetro ter apresentado diferenças entre elas. Os atributos com menor pontuação foram o “Aroma” e a “Adesividade” (nível 5), na pasta de amêndoa com pele.

Na figura 24, encontram-se os resultados obtidos para a avaliação conjunta dos 50 provadores, relativamente à Intensidade de Sabor a Amêndoa, avaliada numa escala hedónica estruturada de 1 a 4.

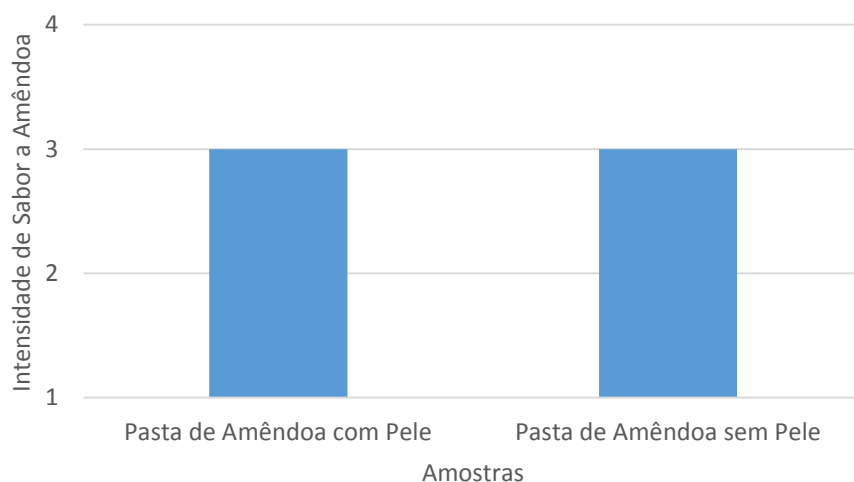


Figura 24 - Intensidade do Sabor a Amêndoa das amostras de pasta de amêndoa comerciais

Analisando a figura 24, verifica-se que não houve diferença entre as duas amostras, uma vez que ambas obtiveram a mesma pontuação de valor 3 (“Sabor Muito Bom”).

Os resultados obtidos para a “Intenção de Compra”, numa escala hedônica estruturada de 1 a 5, encontram-se apresentados na figura 25.

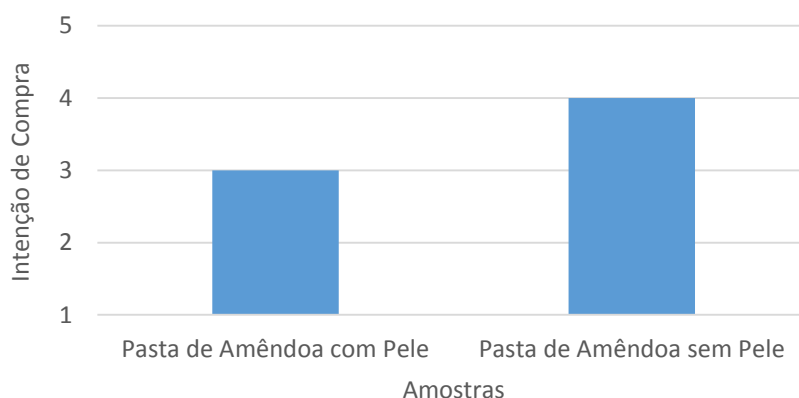


Figura 25 - Intenção de compra das amostras de pasta de amêndoa comerciais

Relativamente a este parâmetro, conclui-se que o produto preferido pelos consumidores foi a *Pasta de Amêndoa Sem Pele*, com uma pontuação de nível 4 (“Provavelmente Compraria”). Esta preferência quanto à intenção de compra, vai de encontro aos resultados apresentados na figura 23, para a avaliação dos atributos, uma vez que este produto foi o que obteve uma pontuação mais alta na generalidade dos atributos. A *Pasta de Amêndoa com Pele*, obteve uma classificação de valor 3 (“Não sei se compraria”), demonstrando insegurança na compra por parte dos consumidores.

2.3 Desenvolvimento da Bebida de Amêndoa

2.3.1 Procedimento Experimental

O procedimento experimental, iniciou-se com a elaboração de três amostras diferentes de bebida de amêndoa, a partir de amêndoas sem pele, de origem espanhola das variedades predominantes *Belonna*, *Lauranne* e *Soleta*. A metodologia aplicada para a elaboração das bebidas, aproximou-se o mais possível do processo industrial para a produção deste tipo de bebidas. O material necessário para a elaboração das amostras passou por material de laboratório simples (funil, copo, espátula, balança) e por um moinho de facas para a trituração das amêndoas. Relativamente às matérias-primas, foi necessário cerca de 800 g de amêndoas e 3 L de água mineral.

Os teores de amêndoa foram calculados atendendo às perdas em resíduo. Desta forma, tendo em conta que a Herdade interessada neste estudo pretendida o desenvolvimento de bebidas com maior teor de amêndoa, do que as existentes no mercado, testaram-se dois níveis de incorporação. Um que corresponde a teores próximos do nível superior do mercado (cerca de 7%) e outro superior a este (cerca de 14%). Para o nível de teor de amêndoa de 7% na bebida, testou-se ainda a hidratação prévia da amêndoa.

Foram produzidas 3 amostras diferentes de bebida de amêndoa:

- AH200 – Corresponde a um teor de amêndoa de cerca de 7% (200 g de amêndoa em 1000 mL), previamente hidratada durante 6h
- AS200 – Corresponde a um teor de amêndoa de cerca de 7% (200 g de amêndoa em 1000 mL), sem hidratação prévia.
- AH400 – Corresponde a um teor de cerca de 14% (400 g de amêndoa em 1000 mL), previamente hidratada durante 6h

Para as amostras AH200 e AH400, o modo operacional foi o mesmo, dividindo-se em cinco etapas:

1. Hidratação – As amêndoas foram previamente hidratadas em água, durante 6 horas. A quantidade de água adicionada, foi a suficiente para poder perfazer todas as amêndoas.
2. Trituração – As amêndoas foram trituradas num moinho de facas, durante um período de tempo, até obter uma granulometria homogênea. Para a amostra AH200 foram

utilizadas 200 g de amêndoa e para a amostra AH400, foram utilizadas 400 g de amêndoa. Nesta fase, foi também adicionado 1 L de água mineral a cada amostra.

3. Filtração – Esta etapa foi feita manualmente utilizando panos de filtração. No final, obteve-se a bebida de amêndoa homogênea, que foi transferida para garrafas PET. Os resíduos provenientes da etapa de filtração, sofrem uma secagem e são armazenados para serem incorporados posteriormente na pasta de amêndoa.
4. Pressurização – Posteriormente, a bebida de amêndoa foi sujeita a um tratamento de estabilização por altas pressões hidrostáticas, a 530 MPa, durante dois ciclos cada um de 120 seg.

Para a amostra AS200, o modo operacional foi o mesmo das amostras anteriores, com exceção da primeira etapa, a hidratação, que neste caso não ocorreu. Assim, a primeira etapa para a elaboração desta bebida consistiu logo na trituração de 200 g de amêndoas sem hidratação prévia.

Depois da elaboração das três amostras (figura 26), foi efetuada a análise sensorial através de um teste de ordenação, em conjunto com uma amostra de um produto existente no mercado, de forma a perceber quais as preferidas pelos consumidores. A amostra escolhida foi a ASA (*Alpro s/açúcar*), uma vez que se assemelhava às restantes, atendendo a que não tinha açúcar adicionado e ainda por ser a mais representativa no mercado.

Depois de analisados os resultados do teste de ordenação, procedeu-se à elaboração das duas amostras de bebida de amêndoa preferidas pelos consumidores, com o objetivo de realizar uma segunda prova de análise sensorial, mas com o teste de aceitação/hedónico, avaliando os atributos das amostras numa escala hedónica estruturada. De seguida, procedeu-se à análise físico-química das mesmas amostras, determinando os parâmetros cor, pH e teor de sólidos solúveis (°Brix). Por fim, fez-se uma análise global entre os parâmetros químicos e sensoriais. A análise estatística dos resultados fez-se de acordo com as metodologias apresentadas em 3.1.4.



Figura 26 – Amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas (AH400, AS200 e AH200)

2.3.2 Apresentação e discussão de resultados

3.3.2.1 Resultados da análise sensorial – Teste de ordenação

As três amostras produzidas (AH200, AH400 e AS200) e ainda uma quarta amostra de um produto existente no mercado (ASA - *Alpro* sem adição de açúcar), foram avaliadas sensorialmente através do teste de ordenação (Norma ISO 8587:2006), com o preenchimento de uma ficha (anexo II-A) em duas séries, de acordo com a metodologia apresentada no ponto 3.1.3. O painel de provadores foi constituído por 23 provadores, com idades compreendidas entre os 18 e os 59 anos, em que média de idades foi 25 anos. Utilizando o teste de *Friedman* para um conjunto de 23 provadores ($j=23$) e para quatro amostras ($p=4$), obteve-se os valores apresentados no quadro 6, para a 1ª e 2ª série.

Quadro 6 - Resultados do teste de ordenação para as amostras de bebida de amêndoa

	Valor Fr	Valor Tabela
1ª Série	10,57	7,81 ³
2ª Série	13,85	

Dado que os valores calculados para as duas séries são 10,56 e 13,85 respetivamente, são superiores ao valor tabelado, pode-se confirmar que existem diferenças entre as amostras a este nível de significância ($p<0,05$).

³ N° amostras $p=4$, número de provadores $j= 23$ e nível de significância de 5%, obtém-se um valor crítico de 7,81, disponível na Norma ISO 8587:2006.

Para outra análise dos resultados, calculou-se a MODA das amostras, ou seja, o valor que mais vezes foi repetido para cada amostra numa escala de 1 a 4, em que 4 seria a amostra menos preferida e 1 a amostra mais preferida (quadro 7).

Quadro 7 - MODA para as amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas

	AH200	AH400	AS200	ALPRO
1ª Série	3	2	2	4
2ª Série	2	1	1	4

Atendendo ao quadro 7, concluiu-se que as amostras preferidas pelos consumidores foram AH400 ($\approx 14\%$ de teor de amêndoa) e AS200 ($\approx 7\%$ de teor de amêndoa).

3.3.2.2 Resultados da análise sensorial – Teste de aceitação/hedónico

Depois de realizado o teste de ordenação, procedeu-se à elaboração das amostras AH400 ($\approx 14\%$ de teor de amêndoa) e AS200 ($\approx 7\%$ de teor de amêndoa), atendendo a que foram as preferidas pelos consumidores no teste de ordenação (ponto 3.3.2.1). O procedimento da elaboração das amostras, foi igual ao anterior. O método utilizado foi o método de aceitação/hedónico de acordo com a Norma ISO 1136:2014, em que os atributos avaliados foram o aspeto geral, doce, aroma, gosto e cor. O painel de provadores foi constituído por 50 consumidores (34 do sexo feminino e 16 do sexo masculino), com uma média de idades de 26 anos. Os resultados para a avaliação dos atributos para o conjunto total dos 50 provadores, encontram-se apresentados na figura 27.

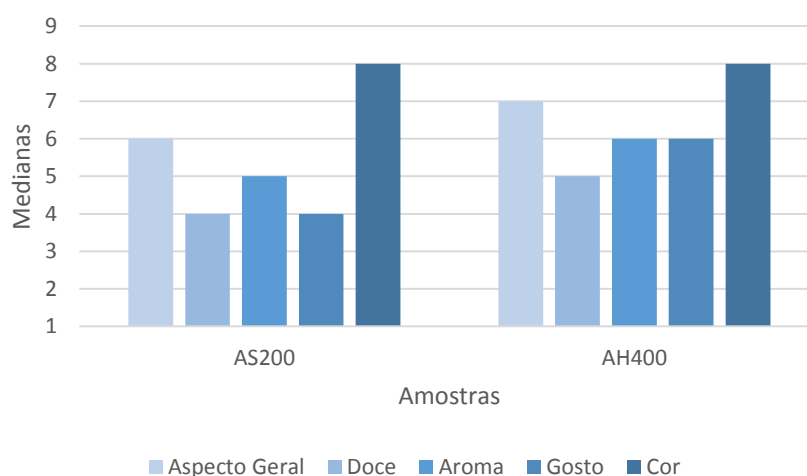


Figura 27 - Pontuações dos atributos das amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas

Analisando a distribuição das classificações efetuadas pelos provadores para cada amostra (figura 27), verifica-se que na generalidade dos atributos, os consumidores têm preferência pela amostra AH400 ($\approx 14\%$ de teor de amêndoa). O atributo “Cor” apresentou a mesma pontuação nas duas amostras, com o valor 8 (“Gostei muito”). Os atributos “Doce”, “Aroma” e “Gosto” apresentaram uma maior pontuação na amostra com maior teor de amêndoa (AH400). A maior pontuação quanto ao atributo “Doce” na amostra AH400, pode dever-se ao facto de esta conter o dobro do teor de amêndoa da amostra AS200, ou seja, uma maior proporção de açúcares naturalmente presentes. No entanto, é de salientar que a amostra AH400, é proveniente de amêndoa previamente hidratada, ou seja, durante a hidratação perde-se parte dos sólidos solúveis.

Na figura 28, encontram-se os resultados obtidos para a avaliação conjunta dos 50 provadores, relativamente à “Intensidade de Sabor a Amêndoa”, avaliada numa escala hedónica estruturada de 1 a 4.

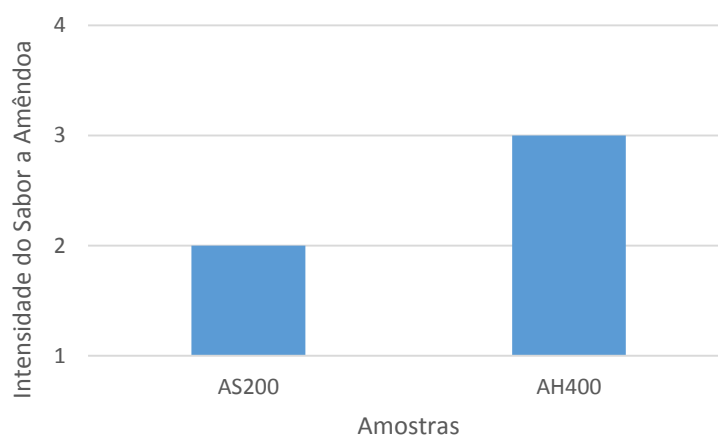


Figura 28 - Intensidade do Sabor a Amêndoa das amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas

Para este parâmetro é possível verificar através das avaliações dos consumidores que, a amostra AH400 apresenta um sabor mais intenso a amêndoa e obteve a pontuação de valor 3 (“Sabor Muito Bom”). Este sabor mais intenso, pode ser justificado pela quantidade superior de amêndoa presente nesta amostra ($\approx 14\%$), comparativamente com a AS200 ($\approx 7\%$), apesar da primeira ser de amêndoa previamente hidratada.

Relativamente à “Intenção de Compra”, os resultados obtidos encontram-se apresentados na figura 29, segundo uma escala hedónica estruturada de 1 a 5.

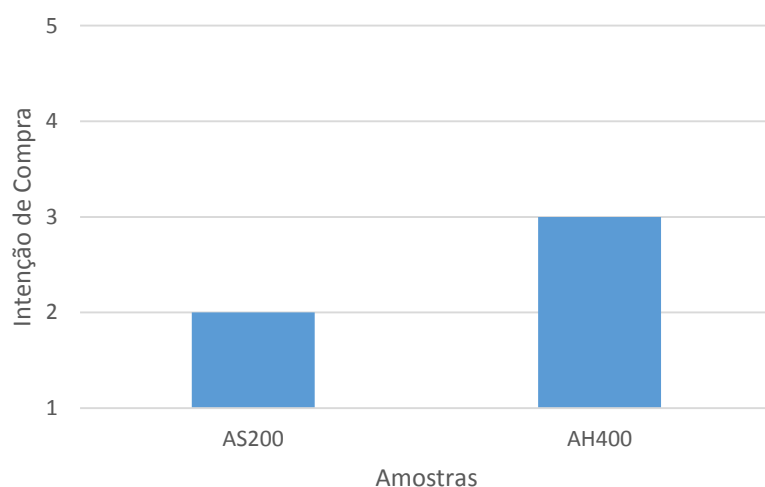


Figura 29 - Intenção de compra das amostras de bebida de amêndoa desenvolvidas

Atendendo à figura 29, verifica-se que a amostra a AH400 obteve-se uma pontuação de nível 3 (“Não sei se compraria”) e a amostra AS200 uma pontuação de nível 2 (“Provavelmente não compraria”), o que revela alguma insegurança por parte dos consumidores. Esta preferência pela amostra AH400, vai de encontro aos resultados apresentados na figura 27, para os atributos.

3.3.2.3 Resultados da caracterização físico-química das amostras de bebida de amêndoa

Atendendo a que as amostras preferidas pelos consumidores foram a AH400 e AS200, determinou-se os parâmetros físico-químicos das mesmas. Os resultados para o pH, teor de sólidos solúveis e cor, obtidos através do cálculo das médias, encontram-se apresentados no quadro 8.

Quadro 8 - Parâmetros analisados para as amostras de bebida de amêndoa AH400 e AS200

Parâmetros	L*	C*	h°	pH	°Brix
AH400	89,56	6,01	97,97	6,53	6,47
AS200	89,58	6,04	98,46	7,53	3,70

Analisando o quadro 8, é possível verificar que as duas amostras são bastante semelhantes relativamente à cor, apesar de apresentarem teores de amêndoa diferentes. Estes resultados vão de encontro aos observados na análise sensorial, em que os consumidores pontuaram com o mesmo valor as duas amostras (ponto 3.3.2.2). É de salientar que no conjunto dos parâmetros relativos à cor, verifica-se que as duas amostras apresentam uma cor branca. O pH das duas amostras está relativamente próximo da neutralidade. O valor do °Brix da amostra AH400 é bastante elevado, que pode estar relacionado com o facto da quantidade de amêndoa presente ter sido o dobro da amostra AS200. No entanto, é de salientar que durante a hidratação das amêndoas da amostra AH400, perderam-se alguns sólidos solúveis. Desta forma, verifica-se que os consumidores preferem a amostra mais doce (AH400).

Comparando estes resultados, com os da amostra ASA (2% de teor de amêndoa) utilizada no teste de ordenação (ponto 3.3.2.1) verifica-se que estas duas amostras, apresentam uma coloração com maior luminosidade (> valor de L*) e maior saturação (> valor de C*). No que respeita ao teor de sólidos solúveis (°Brix), as amostras AH400 e AS200, apresentaram valores muito superiores à amostra ASA, que pode estar relacionado com o baixo teor de amêndoa presente nesta amostra (2%).

2.3.3 Análise multivariada dos resultados

A análise em componentes principais permite observar que as duas componentes principais justificam 84,52% da variabilidade total (anexo VI). A primeira componente principal que explica 60,01% da variabilidade total, está correlacionada com as variáveis C, h, °Brix, aspecto geral, doce, aroma, gosto e cor, uma vez que em módulo apresentam valores próprios superiores a 0,7 ($\geq |0,7|$). A segunda componente principal, que explica 24,51% da variabilidade total, está correlacionada com a variável L*. Na figura 30, está representada a projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais.

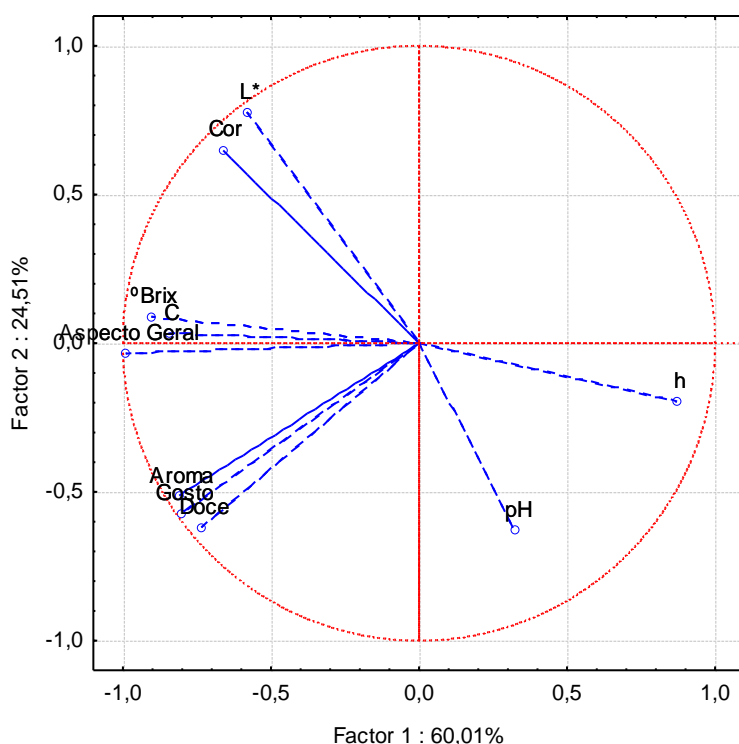


Figura 30 - Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (L* - Luminosidade; C* - Saturação; h° - Tonalidade; °Brix – TSS (°Brix); pH; Aspecto Geral; Aroma; Gosto; Doce; Cor)

É possível verificar que os parâmetros pH e h, contribuem positivamente para a primeira componente, enquanto as restantes contribuem negativamente. O parâmetro L* correlacionado com a segunda componente, contribui positivamente para a mesma.

Na figura 31, está representada a projeção das amostras no plano definido pelas duas componentes principais. Na figura 32, encontra-se representado um dendograma das amostras de bebida de amêndoa.

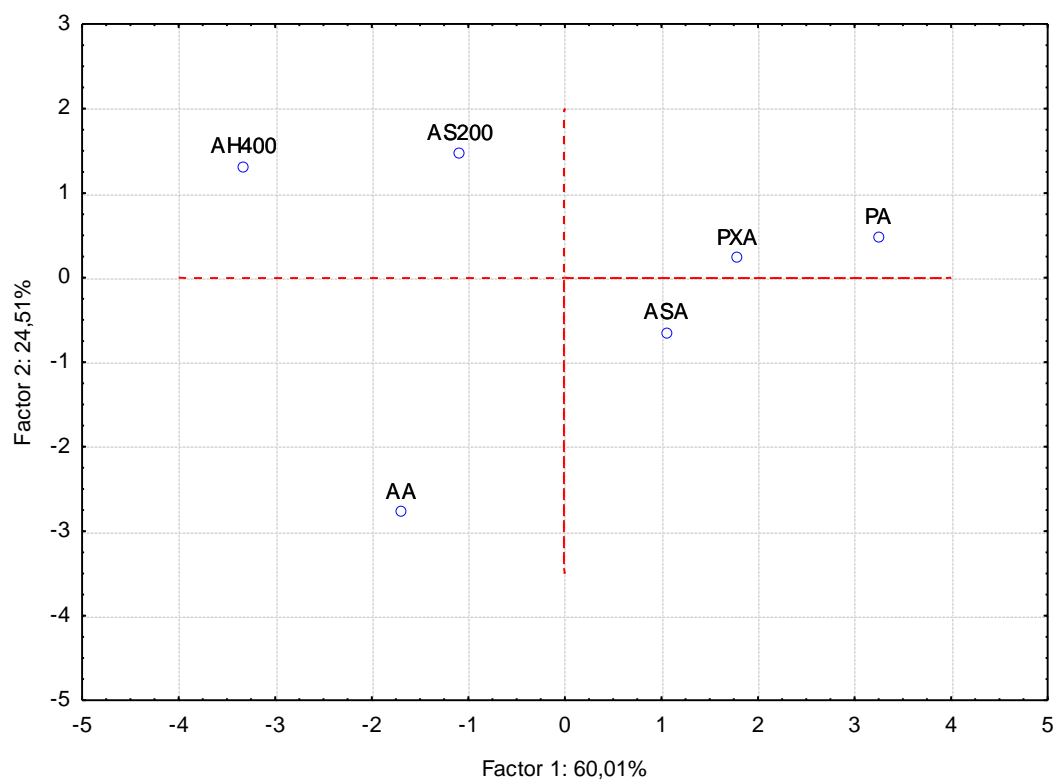


Figura 31 - Projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (AA - Alpro Original; ASA - Alpro s/ açúcar; PA - Provamel; PXA - Provamel c/ Xarope de Agave; AH400 - 400g de amêndoa hidratada/ L de água; AS200 - 200g amêndoa/L de água)

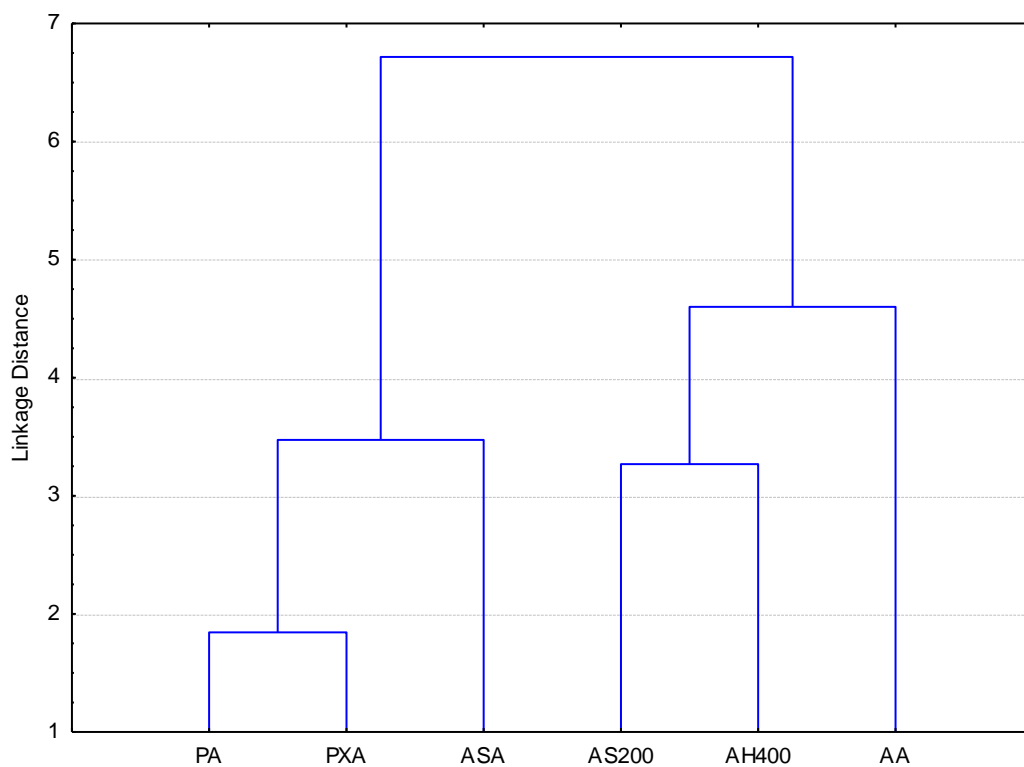


Figura 32 - Dendrograma das amostras de bebida de amêndoa AA - Alpro Original; ASA - Alpro s/ açúcar; PA - Provamel; PXA - Provamel c/ Xarope de Agave; AH400 - 400g de amêndoa hidratada/ L de água; AS200 - 200g amêndoa/L de água

A análise conjunta das amostras 30, 31 e 32, permite verificar que as amostras se separam em dois grupos a uma distância euclidiana de 7 com: um grupo constituído pelas amostras AA, AS200 e AH400 e outro pelas amostras ASA, PXA e PA. O 1º grupo está associado aos parâmetros sensoriais aspeto, cor, aroma, gosto e sabor a doce e aos parâmetros L^* e C da cor, bem como ao °Brix. Este grupo é separado a uma distância euclidiana de cerca de 5, atendendo ao parâmetro L^* da cor, dado que a amostra AA apontou para valores menores (≈ 78) do que as outras duas amostras (≈ 85). O 2º grupo está associado aos parâmetros pH e h e é separado a uma distância euclidiana de cerca de 3,5, atendendo a que a amostra ASA apresentou valores menores do parâmetro h (≈ 109), do que as amostras PXA (≈ 118) e PA (≈ 133). A partir da análise conjunta é também possível verificar que as amostras ASA e AA, são completamente diferentes entre si e das restantes amostras.

2.4 Desenvolvimento da Pasta de Amêndoa

2.4.1 Procedimento Experimental

O procedimento experimental, iniciou-se com a elaboração de quatro amostras de pastas de amêndoa, a partir de amêndoas sem pele (≈ 800 g), provenientes de Espanha das variedades predominantes *Belonna*, *Lauranne* e *Soleta*. A metodologia aplicada para a elaboração das pastas, aproximou-se o mais possível do processo industrial utilizado para a produção deste tipo de pastas para barrar. O material necessário para a elaboração das amostras passou por material de laboratório simples (copo, espátula, balança) e por um moinho de facas para a trituração das amêndoas.

As amostras produzidas foram as seguintes:

- A200 – Corresponde apenas à amêndoa torrada sem pele
- 100A – Corresponde a uma mistura de amêndoa torrada, mais resíduo do “bolo” de filtração da bebida de amêndoa, na proporção de 1:1
- 75A - Corresponde a uma mistura de amêndoa torrada, mais resíduo do “bolo” de filtração da bebida de amêndoa, na proporção de 1:0,75
- 50A - Corresponde a uma mistura de amêndoa torrada, mais resíduo do “bolo” de filtração da bebida de amêndoa, na proporção de 1:0,5

O modo operacional compreendeu cinco etapas principais:

1. Torra – Procedeu-se à torra de 675 g de amêndoa sem pele (225 g de cada vez), respeitando um binómio de tempo/temperatura de cerca de 10 min/200 °C. O final do processo foi identificado pela cor “dourada/acastanhada” das amêndoas.
2. Moagem – Procedeu-se à moagem de 600 g de amêndoa sem pele, até formar uma pasta de amêndoa homogénea. Retirou-se 200 g e armazenou-se num frasco de vidro, que correspondeu à amostra A200.
3. Incorporação do resíduo e Moagem – Das 400 g de pasta pesou-se 100 g e homogeneizou-se com 100 g de resíduo proveniente da filtração da bebida de amêndoa. Depois de obtida uma pasta homogénea reservou-se num frasco de vidro, que correspondeu à amostra 100A

4. Incorporação de resíduo e Moagem – Das 300 g de pasta pesou-se 100 g e homogeneizou-se com 75 g de resíduo proveniente da filtração da bebida de amêndoa. Depois de obtida uma pasta homogênea reservou-se num frasco de vidro, que correspondeu à amostra 75A
5. Incorporação de resíduo e Moagem – Das 200 g de pasta pesou-se 100 g e homogeneizou-se com 50 g de resíduo proveniente da filtração da bebida de amêndoa. Depois de obtida uma pasta homogênea reservou-se num frasco de vidro, que correspondeu à amostra 50A

As etapas que se seguiram à elaboração das quatro amostras (figura 33), foram iguais às das bebidas, segundo as metodologias apresentadas no capítulo 3.1. Desta forma, foi realizada uma primeira análise sensorial através de um teste de ordenação, em conjunto com uma amostra de um produto existente no mercado. A amostra escolhida foi a pasta de amêndoa sem pele (*Próvida*), uma vez que era semelhante às restantes amostras. De seguida, depois de analisados os resultados, procedeu-se à elaboração das duas amostras preferidas, e foi efetuada uma nova análise sensorial através do método de aceitação/hedónico. Procedeu-se à análise físico-química das duas amostras preferidas pelos consumidores, determinando a cor. Por fim, fez-se uma análise global entre os parâmetros químicos e sensoriais.



Figura 33 - Amostras elaboradas laboratorialmente A200 (200), 100A (1:1), 75A (1:0,75) e 50A (1:0,5)

2.4.2 Apresentação e discussão de resultados

3.4.2.1 Resultados da análise sensorial – Teste de ordenação

As quatro amostras produzidas no laboratório (A200, 100A, 75A e 50A) e uma quinta amostra de um produto existente no mercado, a pasta de amêndoa sem pele da marca *Próvida* (101), foram avaliadas sensorialmente através do teste de ordenação, com o preenchimento de uma ficha (anexo II-B), em duas séries e de acordo com a metodologia referenciada no ponto 3.1.3. O painel de provadores foi constituído por 26 provadores, com idades compreendidas entre os 19 e os 40 anos, em que média de idades foi 27 anos. O teste de *Friedman* foi efetuado para um conjunto de 26 provadores ($j=26$) e para cinco amostras ($p=5$), obteve-se os valores apresentados no quadro 9, para a 1ª e 2ª série.

Quadro 9 - Valores de Friedman obtidos no teste de ordenação para as amostras de pasta de amêndoa

	Valor Fr	Valor Tabelado
1ª Série	5,20	9,49 ⁴
2ª Série	9,32	

Dado que os valores calculados para as duas séries são 5,20 e 9,32 respetivamente, e são inferiores ao valor tabelado, pode-se concluir que não existem diferenças entre as amostras, a este nível de significância ($p<0,05$).

Calculou-se a MODA das amostras, ou seja, o valor que mais vezes foi repetido para cada amostra numa escala de 1 a 5 em que, 5 era a amostra menos preferida e 1 a amostra mais preferida, como apresentados no quadro 10.

Quadro 10 - MODA para as amostras de pasta de amêndoa

	A200	100A	75A	50A	101
1ª Série	1	4	3	4	5
2ª Série	1	3	4	3	5

Analisando os resultados, é claro que a amostra preferida é a A200, que contém apenas amêndoa torrada sem nenhuma incorporação de resíduo e que a amostra menos preferida é

⁴ Número de amostras $p=5$, um número de provadores $j= 26$ e para um nível de significância de 5%, obtém-se um valor crítico de 9,49, disponível na Norma ISO 8587:2006.

a convencional (101). No entanto, verifica-se o mesmo valor para as amostras 100A e 50A. Desta forma procedeu-se ao cálculo das médias, com o objetivo de tentar obter um resultado mais claro, que se encontra apresentado no quadro 11.

Quadro 11 - Média para as amostras de pasta de amêndoa

	A200	100A	75A	50A	101
1ª Série	2,46	3,12	3,23	2,85	3,35
2ª Série	2,46	3,35	3,15	2,54	3,50

A partir dos resultados obtidos confirma-se que as amostras preferidas, foram A200 e a 50A.

3.4.2.2 Resultados da análise sensorial – Teste de aceitação/hedónico

Depois de realizado o teste de ordenação, procedeu-se à elaboração das amostras preferidas pelos consumidores, a A200 e 50A. O método utilizado para a análise sensorial das duas amostras, foi de acordo com a Norma ISO 1136:2014. O painel de provadores foi constituído por 52 consumidores (42 do sexo feminino e 10 do sexo masculino), com uma média de idades de 25 anos. A análise sensorial incidiu nos parâmetros, aspeto geral, aroma, adesividade, gosto, cor e homogeneidade, segundo uma escala estruturada de 9 níveis. Os resultados encontram-se representados na figura 34.

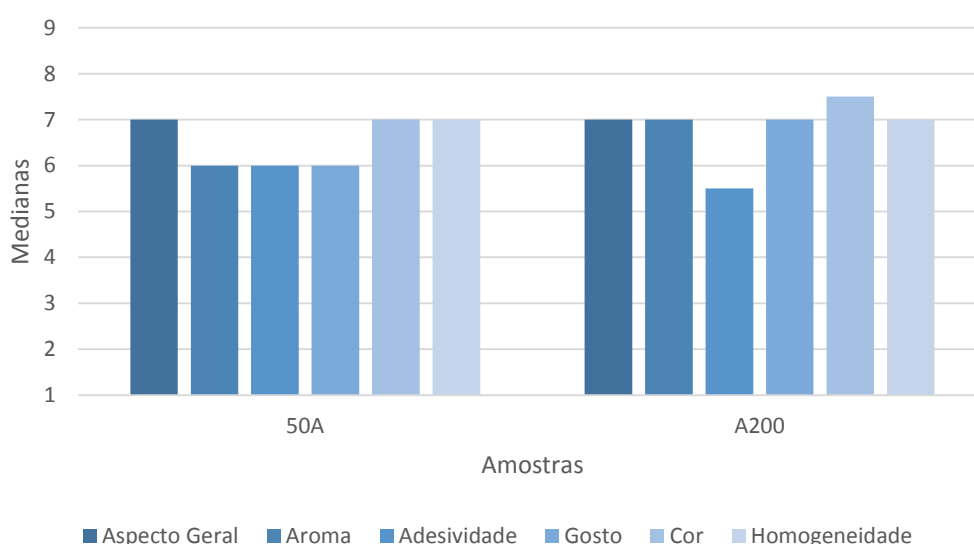


Figura 34 – Pontuações dos atributos das amostras de pasta de amêndoa desenvolvidas

Analisando a distribuição das classificações efetuadas pelos provadores para cada amostra, verifica-se de uma forma geral, que os consumidores têm preferência pela amostra A200. Os atributos “Aspetto Geral” e “Homogeneidade” obtiveram uma classificação de 7 valores (“Gostei moderadamente”) para as duas amostras. O atributo “Adesividade” na amostra A200, apresentou a menor pontuação com um valor de 5,5 (“Nem gostei/Nem desgostei”). Desta forma, verifica-se que a incorporação do resíduo contribui para o aumento da adesividade das amostras. Os atributos “Aroma”, “Gosto” e “Cor” obtiveram uma pontuação maior na amostra A200, do que na amostra 50A.

Na figura 35, encontram-se os resultados obtidos para a avaliação conjunta dos 52 provadores, relativamente à Intenção de Sabor a Amêndoa, avaliada numa escala hedónica estruturada de 1 a 4.

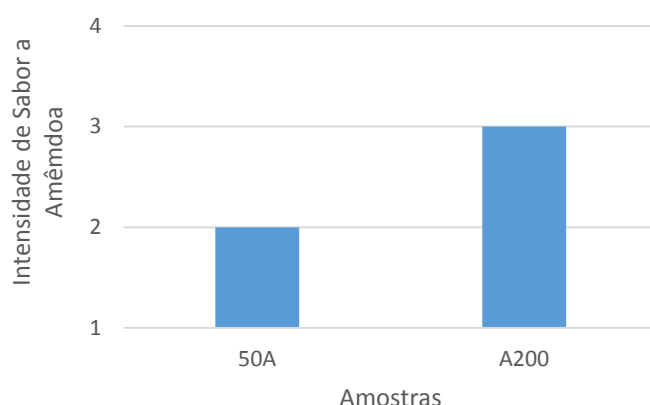


Figura 35 - Intensidade do Sabor a Amêndoa das amostras de pasta de amêndoa desenvolvidas

Em relação à Intensidade de Sabor a Amêndoa, verifica-se que os consumidores preferiram a amostra A200, atribuindo uma classificação de 3 valores (“Sabor Muito Bom”). Esta análise permite verificar que a incorporação do resíduo da filtração da bebida de amêndoa, não influencia de forma preponderante a intensidade de sabor a amêndoa.

Quanto à “Intenção de Compra”, os resultados obtidos para a avaliação conjunta dos 52 provadores, numa escala hedónica estruturada de 1 a 5, encontram-se apresentados na figura 36.

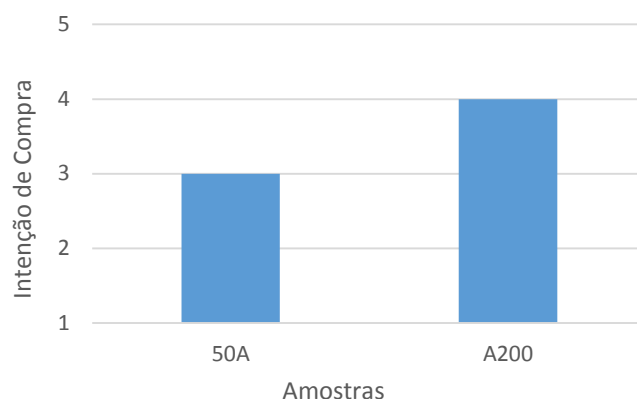


Figura 36 - Intenção de Compra das amostras de pasta de amêndoa desenvolvidas

Analisando a figura 36, verifica-se que a amostra preferida pelos consumidores é A200, com uma pontuação de 4 valores (“Provavelmente Compraria”). Esta preferência vai de encontro aos resultados obtidos para os atributos, na figura 30.

3.4.2.3 Resultados da caracterização da cor das amostras de pasta de amêndoa

Atendendo a que as amostras preferidas pelos consumidores foram a AS200 e 50A, determinou-se a cor, a partir dos parâmetros L^* , C^* e h° . Os resultados obtidos através do cálculo das médias encontram-se apresentados no quadro 12.

Quadro 12 - Parâmetros analisados para as amostras de pasta de amêndoa 50A e AS200

Parâmetros	L^*	C^*	h°
50A	58,96	33,55	76,00
AS200	56,87	34,85	74,15

Analisando o quadro 12, é possível verificar que os valores das coordenadas para as duas amostras, são relativamente próximos, o que significa que ambas as apresentavam uma cor semelhante. Desta forma, verifica-se que a incorporação do resíduo de filtração à proporção de 1:0,5 (50A), não influencia de forma relevante a cor. Comparando estes resultados com os obtidos no ponto 3.2.2.2, verifica-se que estas amostras (50A e AS200) apresentam uma luminosidade ligeiramente mais escura do que a amostra comercial (ASP), uma vez que apresentam menores valores para o parâmetro L^* . Atendendo a que os valores do parâmetro C^* para as amostras 50A e AS200, são maiores do que os da amostra ASP, constata-se que estas apresentam uma cor mais intensa. Estes dois parâmetros podem ser influenciados, pelo binómio tempo/temperatura das amostras, uma vez que a cor das amêndoas vai-se tornando

mais castanha consoante o aumento deste binómio. Quanto à tonalidade das amostras (h^0), verifica-se que é semelhante entre as três (50A, AS200 e ASP).

2.4.3 Análise multivariada dos resultados

A análise em componentes principais permite observar que as duas componentes principais justificam 87,62% da variabilidade total (anexo VII). A primeira componente principal que, explica 64,01% da variabilidade total, está correlacionada com todas as variáveis excetuando a variável L^* , uma vez que, em módulo apresentam valores próprios superiores a 0,7 ($\geq |0,7|$). A variável L^* está correlacionada com a segunda componente, que explica 23,62% da variabilidade total. Na figura 31, está representada a projeção das variáveis no plano definido pelas duas componentes principais.

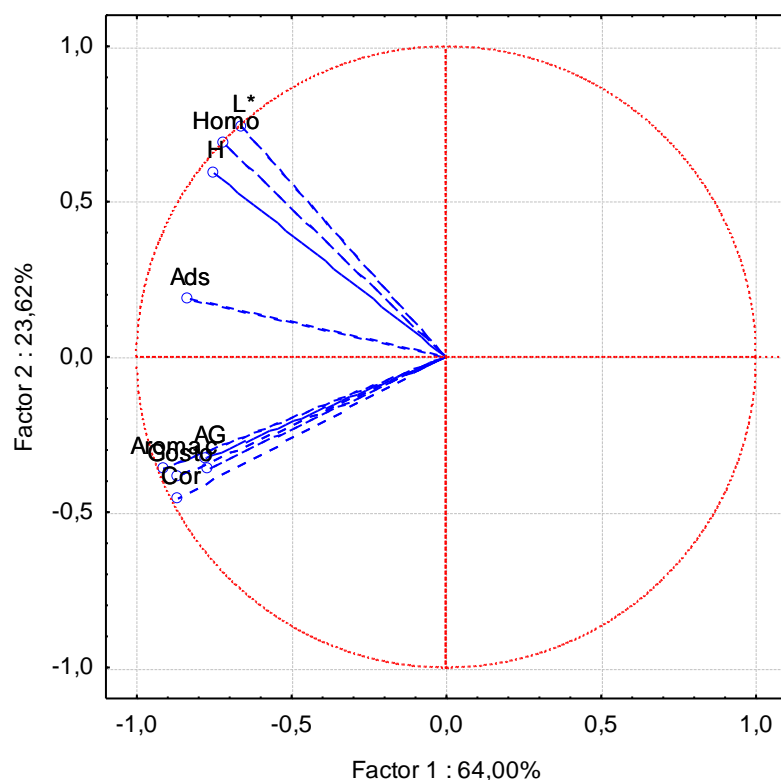


Figura 37 - Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (L^* - Luminosidade; h^0 - Tonalidade; C^* - Saturação; Homo - Homogeneidade; Ads - Adesividade; AG - Aspecto Geral; Aroma; Cor; Gosto)

Analisando a figura 37, verifica-se que todos os parâmetros da primeira componente principal contribuem negativamente para a variabilidade da mesma. O parâmetro L^* (Luminosidade), correlacionado com a segunda componente, contribui positivamente para a mesma. Na figura 38, está representada a projeção das amostras no plano definido pelas

duas componentes principais. Na figura 39, encontra-se representado um dendograma das amostras de bebida de amêndoa.

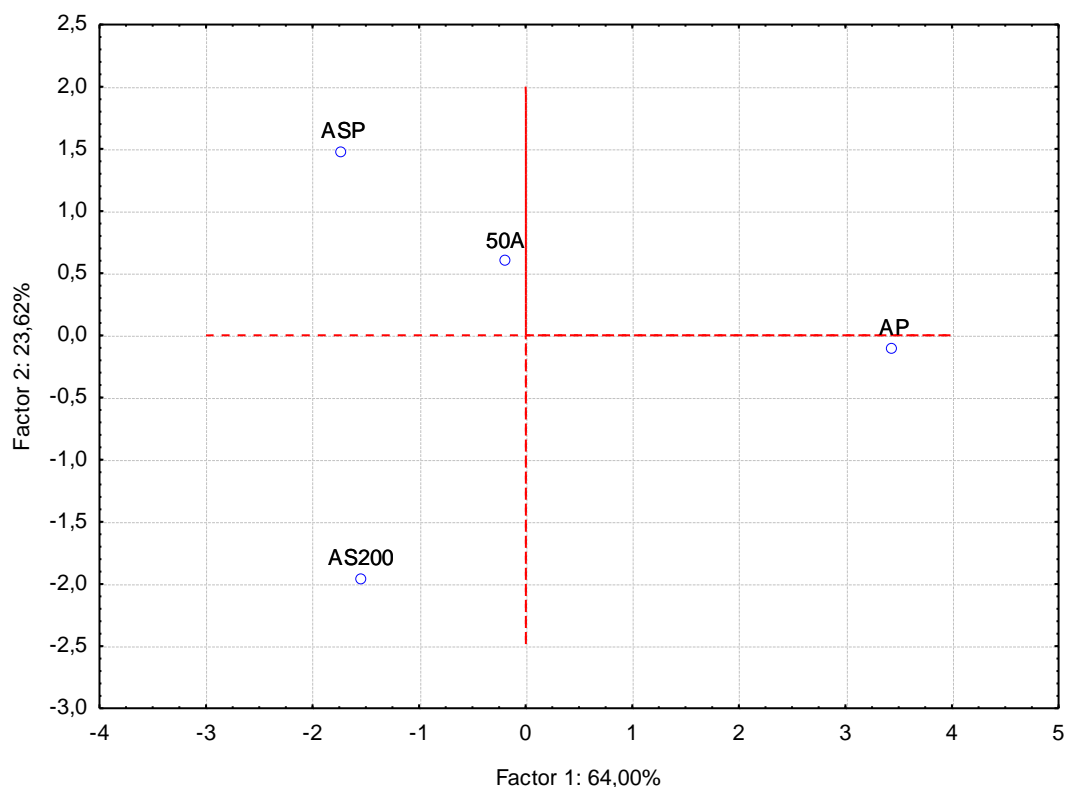


Figura 38 - Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (ASA – Amêndoa s/pele; AP – Amêndoa c/pele; AS200 – 200g de amêndoa torrada; 50A – 100g de amêndoa torrada/ 50g de incorporação de bolo de filtração)

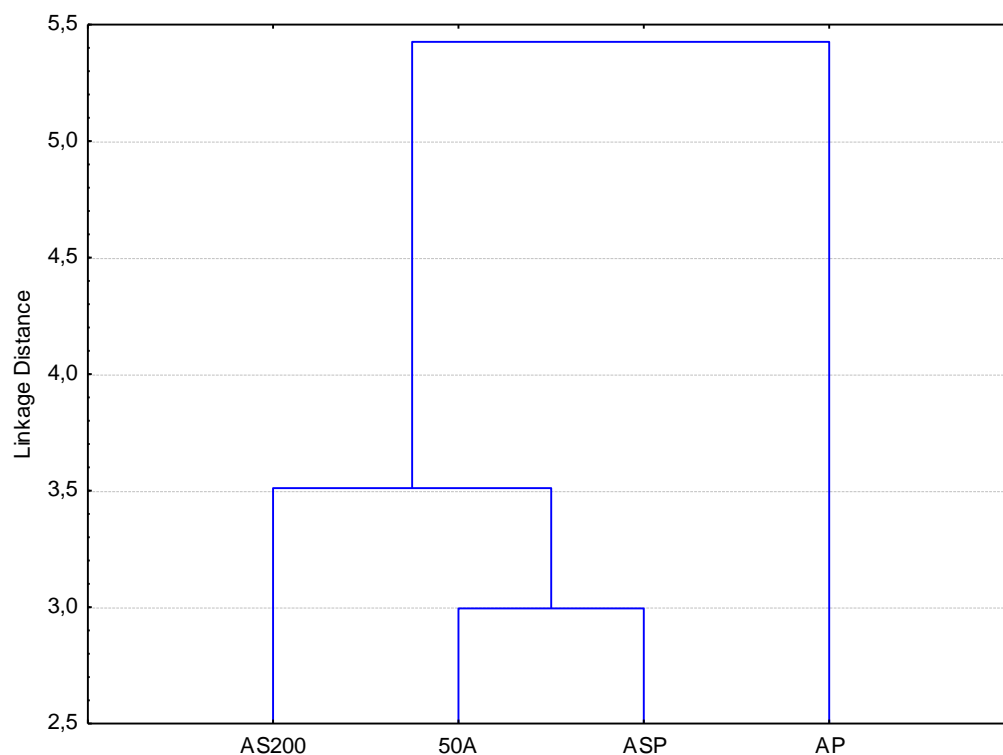


Figura 39 - Dendograma das amostras de pasta de amêndoa (ASA – Amêndoa s/pele; AP – Amêndoa c/pele; AS200 – 200g de amêndoa torrada; 50A – 100g de amêndoa torrada/ 50g de incorporação de bolo de filtração)

A análise conjunta das figuras 37, 38 e 39, mostra que as amostras se separam em dois grupos a uma distância euclidiana de cerca de 5,5: um 1º grupo constituído pelas amostras AS200, 50A e ASP e um 2º grupo do qual faz parte só a amostra AP. O 1º grupo, está associado a todos os parâmetros químicos e sensoriais. No entanto, a uma distância euclidiana de cerca de 3,5, existe uma separação do grupo, uma vez que os parâmetros sensoriais aspeto geral, aroma, gosto e cor apresentaram um maior valor na amostra AS200, comparativamente com a amostra 50A. O parâmetro L^* , também pode ter contribuído para esta separação, uma vez que as amostras ASP e 50A, apresentaram valores mais próximos, 60 e 58,96 respetivamente e a amostra AS200, apresenta um menor valor (56,87). A amostra AP, encontra-se isolada das restantes, não sendo caracterizada fortemente, por nenhum dos parâmetros, atendendo a que esta amostra se diferenciava das restantes porque era a única que continha amêndoas com pele.

3 Conclusões

O presente trabalho permite retirar as seguintes conclusões:

- Relativamente à caracterização de produtos existentes no mercado, concluiu-se que nas bebidas de amêndoa existem produtos diferentes, sobretudo no que respeita o teor de amêndoa, a cor e o teor de açúcar. As amostras da mesma marca, apresentaram semelhanças na cor, mas ligeiras diferenças ao nível do pH. Quanto ao teor de sólidos solúveis, as amostras, *Alpro* sem açúcar com 2% de amêndoa (ASA) e *Provamel* simples com 7% de amêndoa (PA) apresentaram semelhanças. No entanto, concluiu-se que estes resultados não são coerentes com os respetivos rótulos. A análise sensorial destas bebidas permitiu concluir que, independentemente de os consumidores serem ou não, consumidores habituais deste tipo de bebidas, preferem as bebidas com menor teor de amêndoa (2% de amêndoa) e com adição de açúcar. No que respeita às pastas de amêndoa, os consumidores preferem a pasta de amêndoa sem pele da *Próvida* (ASP), em oposição às pastas de amêndoa com pele da *Nature Foods* (AP).
- No desenvolvimento da bebida de amêndoa, concluiu-se que a amostra preferida pelos consumidores foi a AH400, ou seja, aquela com o maior teor de amêndoa testado (cerca de 14%) e hidratada. A amostra AS200 (7% de amêndoa s/ hidratação) surge em segundo lugar nas preferências dos consumidores, em detrimento da AH200 (7% de amêndoa previamente hidratada). Desta forma a amostra AS200 parece ser uma boa alternativa em termos económicos, atendendo a que o teor de amêndoa presente reduz para metade comparativamente com a amostra AH400. Contudo, será necessário fazer análises físico-químicas à amostra AS200, para verificar se esta contém teores de benzaldeído e ácido cianídrico, dentro dos valores permitidos.
- No desenvolvimento das pastas, a amostra preferida pelos consumidores foi a que não continha incorporado parte do resíduo do “bolo” de filtração da bebida de amêndoa (AS200). De entre as amostras que continham a incorporação deste resíduo, os consumidores preferiram a amostra com a proporção de 1:0,5. Assim, é possível concluir que este resíduo pode ser utilizado na produção das pastas, mas a níveis de incorporação iguais ou inferiores a 1:0,5.

- A partir da análise sensorial conjunta das bebidas de amêndoa, concluiu-se que caso seja apresentado aos consumidores uma amostra que contenha adição de açúcar, esta tem tendência para ser eleita como a favorita, uma vez que o palato do consumidor está habituado a produtos doces e será tendencialmente influenciado a preferir este tipo de amostra em detrimento de outras.

Em trabalhos futuros, seria interessante fazer uma avaliação nutricional (glúcidos, proteínas, lípidos e fibra) das pastas de amêndoa s/incorporação e das pastas que continham o resíduo do “bolo” de filtração incorporado, em diferentes proporções. O objetivo desta avaliação, seria verificar se esta incorporação é benéfica em termos nutricionais. Outra proposta, poderia passar por desenvolver outras formas de aproveitamento deste resíduo da filtração, como subproduto da bebida de amêndoa, uma vez que representa um grande desperdício de conteúdo. Seria também importante, efetuar a avaliação toxicológica dos produtos desenvolvidos.

4 Referências Bibliográficas

Abbey, M., Noakes, M., Belling, G.B. & Nestel, J.P. (1994). Partial replacement of saturated fatty acids with almonds or walnuts lowers total plasma cholesterol and low-density lipoprotein cholesterol. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Alessandrini, A. (1980). Le mandorle. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Almeida, D. (2005). *Manuseamento de Produtos Hortofrutícolas*. Porto: SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação.

Amrein, T.M., Lukac, H., Andres, L., Perren, R., Escher, F., Amadò, R., 2005. Acrylamide in roasted almonds and hazelnuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53:7819–7825. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Anónimo. 1996. Almond market status. Cracker (Abril):34, 35,40. In Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Arya, S. S. & Madhura, C.V. (1986). Benzaldehyde as a measure of bitter kernels in sweet almonds. *Journal of Food Science Technology*. 23(2):100-101. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Barbera, G., De Palma, L., La Mantia, T., Monastera, F. & Schirra, M. (1994a). Qualitative and quantitative responses of 'Ferragnes' and 'Tuono' almond cultivars to environmental growing conditions in southern Italy. *Acta Hort*. 373:125-128. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Benevides, C.M.J., Souza, M.V., Souza, R.D.B & Lopes, M.V. (2011). Fatores anti-nutricionais em Alimentos: Revisão. *Segurança alimentar e nutricional*. 18(2):67-79.

Bilgrami, K. S., Sinha, K.K. & Singh, A. (1983). Chemical changes in dry fruits during aflatoxin elaboration by *Aspergillus flavus*. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Bilgrami, K. S., Singh, A. & Ranjan, K. S. (1984). Detoxification of aflatoxins in dry fruits and spices through light and heat treatments. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Callewaert, D., Festjens, G. & Neirynck, N. (2012). Almond drinks and methods for their production. Patente: EP 2476317A1.

California Almonds. (2014). *Almond Shelf Life Factors*. Modesto, California. Consultado em: 17 de maio de 2016, de http://www.almonds.com/sites/default/files/content/attachments/2014aq0007_shelf_life_factors.pdf.

California Almonds. (2007). Guideline for Validation of Dry Roasting Processes. Consultado em: 17 de maio de 2016, de <http://www.almonds.com/sites/default/files/content/attachments/dry-roast-validation-guidelines.pdf>

Cherif, A., Sebai, K., Boukhchina, S., Kallel, H., Belkacemi, K. & Arul, J. (2004). Kernel fatty acid and triacylglycerol composition for three almond cultivars during maturation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 81:901–905. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Chopra, H.K & Panesar, P.S. (2010). *Food Chemistry*. Sant longwall Institute of Engineering & Technology. Alpha Science International Ltd.

Coulter, T.P. (2002). *Food: The Chemistry of Its Components*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry

Cordeiro V., Monteiro A., Oliveira M. & Ventura J. (2001). Study of some physical characters and nutritive composition of the Portuguese's (local) almond varieties. In: Ak B.E. (ed.). *XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds*. Zaragoza: CIHEAM, 2001. p. 333-337 (Cahiers Options Méditerranéennes; n.56)

Coordination Centre of the Research Network on Nuts. (1997). *Old problems and recent in nut production and trade in Italy: Almond*. NUCIS Newsletter. pp.52

Daoud, H.N., Miller, M.W. & Luh, B.S. (1977). Effect of commercial processing on vitamin B6 retention in almonds. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*. 10: 244–246 in: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Egea, G., González-Real, M.M., Baille, A., Nortes, P.A., Sánchez-Bel, P. & Domingo, R., 2009. *The effects of contrasted deficit irrigation strategies on the fruit growth and kernel quality of mature almond trees*. *Agricultural Water Management*. 96:1605–1614. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Esfahlan, A. J., Jamei, R., Esfahlan. R. J. (2010). The importance of almond (*Prunus amygdalus* L) and its by-products. *Food Chemistry*. 120: 349-360

United States Environmental Protection Agency (EPA). (1995). *Food and Agricultural Industries: Salted & Roasted Nuts & Seeds - Almond Processing*. (Ed.5th, Vol. 1, Chap. 9.10.2). Consultado em 14 de março, 2016 de <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch09/>

Food and Agriculture Organization (FAO). (1966). *Necesidades de proteínas*. Informe FAO 37, Informe técnico OMS 301, Roma. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Fuse, M., Hayase, F. & Kato, H. (1984). Digestibility of proteins and racemization of amino acid residues in roasted foods. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Freire, E. (2015). Amêndoa, a nova aposta para o Alentejo. *Vida Rural*, nº1806, 14-18.

Gabinete de Planeamento e Políticas (GPP). (2001). *Agricultura Portuguesa: Principais Indicadores de 2001*. Consultado em 27 de setembro de 2016, de http://www.gpp.pt/pbl/period/Principais_indicadores_2001.pdf

Gabinete de Planeamento e Políticas (GPP). (2006). *Anuário Vegetal: Crop Production Yearbook*. Consultado em 27 de setembro de 2016, de http://www.gpp.pt/pbl/period/Anuario_Veg_2006.pdf

Gabinete de Planeamento e Políticas (GPP). (2007). *Amêndoa*. Consultado em 23 de março 2016, de <http://www.gpp.pt/pbl/diagnosticos/SubFileiras/Amendoea.pdf>

Gabinete de Planeamento e Políticas. (2013). *Anuário Agrícola: Informação de Mercados*. Consultado em 6 de abril de 2016, de http://www.gpp.pt/pbl/Period/AnuarioAgricola_2013.pdf

Guadagni, D. G., Soderstrom, E. L. & Storey, C. L. (1978). Effect of controlled atmosphere on flavor stability of almonds. *Journal of Food Science*. 43:1077-1080. In: Schirra, M. (1997). *Postharvest Technology and Utilization of Almonds*. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

George, K. A. (1985). Skin removal apparatus for almonds. In: Schirra, M. (1997). *Postharvest Technology and Utilization of Almonds*. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Godini, A., Ferrara, E. & Reina, A. (1979). Composizione chimica e caratteri estetici e organolettici dei semi di una vasta popolazione di cultivar di mandorlo pugliesi. pp 331-339. In: Schirra, M. (1997). *Postharvest Technology and Utilization of Almonds*. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Godini, A. (1982). Raccolta. pp 131-150. In: Schirra, M. (1997). *Postharvest Technology and Utilization of Almonds*. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Hadorn, H., Keme, T., Kleinert, J., Messerli, M. & Ziirker, K. (1981). The behaviour of some nuts under different storage conditions (II). *CCB Rev. Choc. Confect. Bakery* 6(4):3-6,8, 10. In: Schirra, M. (1997). *Postharvest Technology and Utilization of Almonds*. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Harris, N. K, Westcott, D.K. & Enick, A.S. (1972). Rancidity in almonds: shelf life studies. *Food Science*. 37:824-827. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Harris, N. K, Westcott, D.K. & Enick, A. S. (1972). Rancidity in almonds: shelf life studies. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Jimenez, M., Mateo, R., Querol, A., Huerta, T. & Hernandez, K. (1991). Mycotoxins and mycotoxigenic molds in nuts and sunflower seeds for human consumption. *Mycopathology*. 115:121-127. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Kader, Adel. A. & Thompson, J. F. (2002). Postharvest Handling Systems: Tree Nuts. In Adel A. Kader (Ed.) *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. California, Oakland: University of California

Kazantzis, I., Nanos, G.D. & Stavroulakis, G.G., 2003. Effect of harvest time and storage conditions on almond kernel oil and sugar composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83: 354–359. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

King, A. D. Jr., Halbrook, W.U., Fuller, G., Whitehand, L.C. (1983). Almond nutmeat moisture and water activity and its influence on fungal flora and seed composition. *Journal of Food Science*. 48:615-617. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Kleingartner, L.W. 2002. NuSun sunflower oil: Redirection of an industry. p. 135–138. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.), Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA. Consultado em 12 de outubro, 2016, de <https://hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-135.html>

Lambertsen, G., Myclestad, H. & Braekklan, O.R. (1962). Tocopherols in nuts. *Journal Science of Food*. in: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Ludwig, G. (2010). *Harvesting: Clean + Safe*. Consultado em 17 de maio, 2016, de http://www.almonds.com/sites/default/files/content/attachments/harvesting_clean_and_safe.pdf

Moreira, C. (2011). Desenvolvimento de metodologias analíticas para queijos: Estudo de Caso (Queijos da Beira Interior). Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal.

Neto Martins, A., Gomes, C. & Ferreira, L. (2000). *Almond production and characteristics in Algarve, Portugal*. FAO-CIHEAM Nucis Newsletter 9: 6–9. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Norma ISO 1136:2014. (2014). *Sensory analysis — Methodology — General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area*

Norma ISO 8587:2006. (2006). *Sensory analysis — Methodology — Ranking*

Noronha, J.F. (2003). *Análise Sensorial – Metodologia*. [Material de apoio às aulas de análise sensorial]. Coimbra: Escola Superior Agrária de Coimbra.

Pascual-Albero, M.J., Pérez-Munuera, I. & Lluch, M.A. (1998). Estructura del cotyledon de la semilla de almendra (*Prunus amygdalus* L.) cruda, remojada y tostada [Cotyledon structure of raw, soaked and roasted almond (*Prunus amygdalus* L.)] In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Phillips, D. J., Uota, M., Monticelli, D. & Curtis, C. 1976. Colonization of almond by *Aspergillus flavus*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 101:19-23. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Ryall, A.I. & Pentzer, W.T. (1974). *Handling, transportation and storage of fruits and vegetables* (Vol. 2). Westport, Connecticut: AVI. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc

Romajaro, F., Riquelme, F., Gimenez, J. L. & Llorente, S., (1988a). Fat content and oil characteristics of some almond varieties. *Journal of Fruit Science*. 15(2):53-57. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Rosa, D. (2015). *Desenvolvimento de um painel de provadores de vinagre: Caracterização sensorial de vinagres de maçã*. Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal.

Rossler, B. (1955). Experiments on the utilization of the calcium of almonds by man. *Journal Biological Chemistry*. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Salunkhe, D. K. & Desay, B. B. (1986). *Postharvest Biotechnology of Fruits* (Vol.2). Florida: CRC Press, Inc. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Sang, S., Cheng, X., Fu, H. Y., Shieh, D. E., Bai, N. & Lapsley, K. (2002). New type sesquiterpene lactone from almond hulls (*Prunus amygdalus* Batsch). *Tetrahedron Letters*. 43: 2547-2549. In: Esfahlan, A. J., Jamei, R. & Esfahlan, R. J. (2010). The importance of almond (*Prunus amygdalus* L.) and its by-products. *Food Chemistry*. 120: 349-360

Saura-Calixto, F. & Cañellas, J., 1982. Mineral composition of almond varieties (*Prunus amygdalus*). *Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und Forschung* 174: 129–131. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Saura-Calixto, F., Cañellas, J. & Martinez de Toda, F. (1982). A chemical study of the protein fraction of mediterranean sweet almond varieties (*Prunus amygdalus*). In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Saura-Calixto, F., Cañellas, J. & Soler, L. (1983). Contents of detergent-extracted dietary fibers and composition of hulls, shells, and teguments of almonds (*Prunus amygdalus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 31:1255-1259. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Saura-Calixto, F., Cañellas, J. & García-Raso, J., 1984. Gas chromatographic analysis of sugars and sugar-alcohols in the mesocarp, endocarp, and kernel of almond fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 32: 1018–1020. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Schirra, M. & Agabbio, M. (1989). Influence of irrigation on keeping quality of almond kernels. *Journal of Food Science*. 54:1642-1645. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Schirra, M. & Nieddu, G. (1992). *Compositional changes in developing almond kernels in relation to rootstock and water supply*. Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari (1988-1992) 34:169-175.

Schirra, M., Nieddu G., Mulas M. & Chessa I. 1988 *The influence of cultural factors on the technological and nutritional values of almond fruit*. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Schirra, M., Mulas, M., Nieddu, G. & Viridis, F. 1994. Mineral content in 'Texas' almonds during fruit growth and ripening. *Acta Horticulturae* 37:207–214. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Spitler, G. H., Hartsell, P.L. & Nelson H.D. (1975). Malathion protection of inshell almonds in bulk storage-pilot scale study. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization

of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Sen, C.K., Khanna, S., Roy, S. (2007). Tocotrienols in health and disease: the other half of the natural vitamin E family. *Molecular Aspects of Medicine*. 28: 692–728. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Soler, L., Cañellas, J. & Saura-Calixto, F. (1989). Changes in carbohydrate and protein content and composition of developing almond seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 37: 1400–1404. In Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Souty, M., Raspail, M., Jacquemin G. & Breuils L. (1973). Etude de quelques caracteres biochimiques des fruits de l'amandier. In: Schirra, M. (1997). Postharvest Technology and Utilization of Almonds. In J. Janick (Ed.). *Horticultural Reviews*. Nova Iorque, EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Thomas, R. & Gebhardt, S. *Sunflower Seed Butter and Almond Butter as Nutrient-Rich Alternatives to Peanut Butter*. Beltsville, Maryland. Consultado em 4 de outubro de 2016, de https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80400525/Articles/ADA10_SunflowerAlmondButter.

US Department of Agriculture, Agricultural Research Service (USDA). (2010). *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 23*. Consultado em 4 de outubro, 2010, de Nutrient Data Laboratory: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>. In: Yada, S., Lapsley, K., Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Viegas, A. J. (2009). *Alterações do Estado de Saúde Associadas à Alimentação: Contaminação microbiológica dos alimentos*. Lisboa: Instituto Nacional Ricardo Jorge

Wirthensohn, M.G., Chin, W.L., Franks, T.K., Baldock, G., Ford, C.M., Sedgley M. (2008). Characterising the flavor phenotypes of almond (*Prunus dulcis* Mill.) kernels. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 83: 462-468.

Yada, S., Lapsley, K. & Guangwei, H. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrientes. *Journal of food composition and analysis*. 24: 469-480.

Zoidis, E., & Papamikos, V. (2016). *Glucose: Glucose Intolerance*. In: Caballero, B., Finglas, P. M. & Toldrá, F., 2016. (Eds). (2016). *Encyclopedia of Food and Health* (Vol. 3, pp. 230). Amsterdam Elsevier.

Anexos

Anexo I-A - Ficha de prova para bebidas de amêndoa (Teste Hedónico)

Nome _____

Idade: _____ Habilitação Literária: _____ Regime Alimentar: _____

Data: _____ Nº da Amostra: _____

A - Prove a seguinte amostra. Descreva-a, nos vários atributos solicitados, colocando uma cruz nas quadrículas que melhor a descrevem, em que:

1 – Desgostei muitíssimo

6 – Gostei ligeiramente

2 – Desgostei muito

7 – Gostei moderadamente

3 – Desgostei moderadamente

8 – Gostei muito

4 – Desgostei ligeiramente

9 – Gostei muitíssimo

5 – Nem gostei/Nem desgostei

ASPECTO ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ GOSTO ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

DOCE ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ COR ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

AROMA ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

B – Relativamente à “Intensidade de Sabor a Amêndoa” coloque uma cruz na quadrícula que melhor a descreve.

1 – Sabor Reduzido

2 – Sabor Satisfatório

3 – Sabor Muito Bom

4 – Sabor Excessivo

INTENSIDADE DE SABOR
A AMÊNDOA ☐ ☐ ☐ ☐

C - Relativamente à sua “Intenção de Compra” coloque uma cruz na quadrícula que melhor a descreve.

1 – Não compraria de certeza

2 – Provavelmente não compraria

3 – Não sei se compraria

4 – Provavelmente compraria

5 – Compraria de certeza

INTENÇÃO
DE COMPRA ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

D – É consumidor habitual destas bebidas? SIM ☐ NÃO ☐

Se sim, de qual/ais marca/a: ALPRO ☐ PROVAMEL ☐ VIVE SOY ☐ ALMOND DREAM ☐

OUTRA _____

Anexo I-B - Ficha de prova para pastas de amêndoa (Teste Hedónico)

Sexo: Feminino ____ Masculino ____ Idade: ____

Habilitação Literária: ____ Regime Alimentar: ____

Data: ____ Nº da Amostra: ____

A - Prove a seguinte amostra. Classifique-a nos vários atributos solicitados, colocando uma cruz nas quadrículas que melhor a descrevem, segundo a seguinte escala:

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1 – Desgostei muitíssimo | 6 – Gostei ligeiramente |
| 2 – Desgostei muito | 7 – Gostei moderadamente |
| 3 – Desgostei moderadamente | 8 – Gostei muito |
| 4 – Desgostei ligeiramente | 9 – Gostei muitíssimo |
| 5 – Nem gostei/Nem desgostei | |

ASPECTO ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

GOSTO ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

AROMA ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

COR ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ADESIVIDADE ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

HOMOGENEIDADE ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

B – Relativamente à “Intensidade de Sabor a Amêndoa” coloque uma cruz na quadrícula que melhor a descreve.

- 1 – Sabor Reduzido
- 2 – Sabor Satisfatório
- 3 – Sabor Muito Bom
- 4 – Sabor Excessivo

INTENSIDADE DE SABOR
A AMÊNDOA ☐ ☐ ☐ ☐

C - Relativamente à sua “Intenção de Compra” coloque uma cruz na quadrícula que melhor a descreve.

- 1 – Não compraria de certeza
- 2 – Provavelmente não compraria
- 3 – Não sei se compraria
- 4 – Provavelmente compraria
- 5 – Compraria de certeza

INTENÇÃO
DE COMPRA ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

D – É consumidor habitual destas pastas? SIM ☐ NÃO ☐

Se sim, de qual/ais marca/as? PRÓVIDA ☐ NATURE FOODS ☐

OUTRA _____

Anexo II-A - Ficha de prova para bebidas de amêndoa (Teste Ordenação)

Sexo: Feminino _____ Masculino _____

Idade: _____ Data: _____

A – Prove as amostras que lhe são apresentadas e coloque-as por ordem crescente, da que gosta menos para a que gosta mais, colocando nas quadriculas o código da amostra correspondente.

	Menos				Mais
1ª Série					
2ª Série					

Comentários: _____

Anexo II-B - Ficha de prova para pastas de amêndoa (Teste Ordenação)

Sexo: Feminino _____ Masculino _____

Idade: _____ Data: _____

A – Prove as amostras que lhe são apresentadas e coloque-as por ordem crescente, da que gosta menos para a que gosta mais, colocando nas quadriculas o código da amostra correspondente.

	Menos				Mais
1ª Série					
2ª Série					

Comentários: _____

Anexo III - A

Composição Nutricional (por 100ml)

Marca	Hidratos de Carbono	Lípidos	Proteínas	Sal	Minerais	Vitaminas	Fibra	Energia
Alpro Original	3.0 g (3.0g açúcares)	1.1g (0.1g Sat.)	0.5g	0.13g	Cálcio (120mg - 15% VDR)	Vit. D 0.75ug (15% VDR) Vit.B2 0.21mg (15%) Vit.B12 0.38ug (15%) Vit.E 1.80mg (15%)	0.2g	102kJ / 24kcal
Alpro (s/açúcar)	0.1g (0.1g açúcares)	1.1g (0.1g Sat.)	0.4g	0.13g	Cálcio (120mg - 15% VDR)	Vit. D 0.75ug (15% VDR) Vit.B2 0.21mg (15% VDR) Vit.B12 0.38ug (15% VDR) Vit.E 1.80mg (15% VDR)	0.4g	52kJ /13kcal
Provamel (biológico)	0.2g (0.2g açúcares)	3.0g (0.3g Sat.)	0.9g	0.09g			0.7g	135kJ / 33kcal
Provamel c/ Xarope de Agave (biológico)	2.8g (2.8g açúcares)	3.0g (0.3g Sat.)	0.9g	0.08g			0.7g	180kJ /43kcal

Ingredientes

Marcas	Principais	Vitaminas	Emulsionantes	Estabilizantes	Outros
Alpro Original	Água, açúcar, sal	D/B2/B12/E	Lecitina de Girassol	Goma Gelana Goma Alfarroba	Fosfato tricálcico
Alpro (s/açúcar)	Água, sal	D/B2/B12/E	Lecitina de Girassol	Goma Gelana Goma Alfarroba	Fosfato tricálcico
Provamel (biológico)	Água, sal				
Provamel c/ Xarope de Agave (biológico)	Água, xarope de agave (3.8%)				

Anexo III - B

Composição Nutricional (por 100 g)

Marcas	Hidratos de Carbono	Lípidos	Proteínas	Sal	Minerais	Vitaminas	Fibra	Energia
Nature Foods	5.6g (5.6g açúcares)	55.2g (4.6g Sat. / 36.2g M.I. / 14.4g P.I.)	22.5g	0.01g	Cálcio 248mg (31% VDR) Fósforo 508 mg (73% VDR) Magnésio 232mg (62% VDR) Ferro 3,8mg (27% VDR)	Vit. E - 25.0mg (208% VDR) Riboflavina - 0.44mg (31% VDR)	8.0g	2584.1kJ (625.2 kcal)
Próvida	9g (4g açúcares)	52g (4g Sat. / 33g M.I. / 12g P.I.)	21g	0.02g	Magnésio (268mg - 71% VDR)		9.0g	2538kJ (613 kcal)

Anexo IV – Resultados da caracterização físico-química das bebidas de amêndoa

Anexo IV – A – Caracterização da cor das amostras de bebida de amêndoa

Quadro 13 - Caracterização da cor das amostras de bebida de amêndoa, através dos parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e h°

Amostras de Bebida de Amêndoa	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
Alpro Original (AA)	78,3	-1,8	4,9	5,25	110,33
Alpro s/ açúcar (ASA)	78,0	-1,8	5,2	5,52	109,26
Provamel c/ xarope de agave (PXA)	80,1	-1,6	3,0	3,44	124,49
Provamel (PA)	80,8	-1,9	2,0	2,71	133,56

Quadro 14 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test) para o parâmetro L^* , para cada amostra de bebida de amêndoa

Amostras de bebida de amêndoa	Média	Desvio Padrão	a	b	F_{calc}	f_{tab}	pvalue
Alpro s/ açúcar (ASA)	78.00	0,84	****		13,22	2,87	< 0,05
Alpro Original (AA)	78.28	0,55	****				
Provamel c/xarope de agave (PXA)	80.10	0,44		****			
Provamel (PA)	80.83	2,13		****			

Quadro 15 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test) para o parâmetro C^* , para cada amostra de bebida de amêndoa

Amostras de bebida de amêndoa	Média	Desvio Padrão	a	b	c	d	F_{calc}	f_{tab}	pvalue
Alpro s/ açúcar (ASA)	5,52	0,14	****				731,24	2,87	< 0,05
Alpro Original (AA)	5,25	0,13			****				
Provamel c/xarope de agave (PXA)	3,44	0,11		****					
Provamel (PA)	2,71	0,22				****			

Quadro 16 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test) do parâmetro h° , para cada amostra de bebida de amêndoa

Amostras de bebida de amêndoa	Média	Desvio Padrão	a	b	c	F_{calc}	f_{tab}	pvalue
Alpro s/ açúcar (ASA)	109,26	0,77	****			175,16	2,87	< 0,05
Alpro Original (AA)	110,33	1,54	****					
Provamel c/xarope de agave (PXA)	124,49	2,14			****			
Provamel (PA)	133,56	4,88		****				

Anexo IV – B – Caracterização do pH das amostras de bebida de amêndoa

Quadro 17 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test), para o parâmetro pH, para cada amostra de bebida

Amostras de bebida de amêndoa	Médias	Desvio Padrão	a	b	c	d	F _{calc}	f _{tab}	pvalue
Alpro s/ açúcar (ASA)	7.20	0,05	****				224,88	4,06	< 0,05
Provamel c/xarope de agave (PXA)	7.40	0,02		****					
Provamel (PA)	7.49	0,02				****			
Alpro açúcar (AA)	7.97	0,05			****				

Anexo IV – C – Caracterização do teor de sólidos solúveis das amostras de bebida de amêndoa

Quadro 18 - Análise estatística do teste Fischer LSD (F-test), para o teor de sólidos solúveis (°Brix), para cada amostra de bebida

Amostras de bebida de amêndoa	Médias	Desvio Padrão	a	b	c	F _{calc}	f _{tab}	pvalue
Alpro s/ açúcar (ASA)	1,0	0,17		****		690,3	4,06	< 0,05
Provamel c/xarope de agave (PXA)	3,1	0,06			****			
Provamel (PA)	1,0	0,1		****				
Alpro açúcar (AA)	4,6	0,1	****					

Anexo V – Resultados da caracterização físico-química (cor) das pastas de amêndoa

Quadro 19 - Caracterização da cor para a pasta de amêndoa, através dos parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e h°

Amostras de Pasta de Amêndoa	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
Amêndoa com pele (AP1)	55,93	6,35	20,16	21,97	72,69
Amêndoa com pele (AP2)	56,04	6,54	20,98	21,14	72,52
Amêndoa sem pele (ASP1)	60,26	6,49	27,63	28,38	76,77
Amêndoa sem pele (ASP2)	60,00	6,68	26,61	27,43	75,91

Quadro 20 - Análise estatística do teste Fischer LSD para o parâmetro L^* para cada amostra de pasta de amêndoa

Amostras de Pasta de Amêndoa	Médias	Desvio Padrão	a	b	c	F_{calc}	f_{tab}	pvalue
Amêndoa c/ pele (AP1)	55,93	0,02	****			783,41	2,87	<0,05
Amêndoa c/ pele (AP2)	56,04	0,06	****					
Amêndoa s/ pele (ASP1)	60,26	0,21		****				
Amêndoa s/ pele (ASP2)	60,00	0,50			****			

Quadro 21 - Análise estatística do teste Fischer LSD para o parâmetro C^* para cada amostra de pasta de amêndoa

Amostras de Pasta de Amêndoa	Médias	Desvio Padrão	a	b	c	d	F_{calc}	f_{tab}	pvalue
Amêndoa c/ pele (AP1)	21,97	0,27	****				2610,66	2,87	<0,05
Amêndoa c/ pele (AP2)	21,14	0,03		****					
Amêndoa s/ pele (ASP1)	28,38	0,09			****				
Amêndoa s/ pele (ASP2)	27,43	0,35				****			

Quadro 22 - Análise estatística do teste Fischer LSD para o parâmetro h° para cada amostra de pasta de amêndoa

Amostras de Pasta de Amêndoa	Médias	Desvio Padrão	a	b	c	d	F_{calc}	f_{tab}	pvalue
Amêndoa c/ pele (AP1)	72,69	0,05	****				1762,85	2,87	<0,05
Amêndoa c/ pele (AP2)	72,52	0,07		****					
Amêndoa s/ pele (ASP1)	76,77	0,12			****				
Amêndoa s/ pele (ASP2)	75,91	0,29				****			

Anexo VI – Análise fatorial dos parâmetros das bebidas de amêndoa

Quadro 23 - Valores próprios da matriz de correlação, variabilidade total e valores cumulativos das amostras

	Valor Próprio	% Variância Total	Valor Próprio Cumulativo	% Cumulativo
1	6.001077	60.01077	6.00108	60.0108
2	2.451179	24.51179	8.45226	84.5226

Quadro 24 - Análise fatorial das componentes principais dos parâmetros químicos e sensoriais das amostras

Parâmetros	Fator 1	Fator 2
L*	-0.581899	0.777268
C	-0.846500	0.031734
h	0.871297	-0.195972
pH	0.324902	-0.630234
°Brix	-0.904008	0.089193
Aspecto Geral	-0.990505	-0.035086
Doce	-0.734963	-0.619682
Aroma	-0.812789	-0.513824
Gosto	-0.801329	-0.573476
Cor	-0.663274	0.651419

Anexo VII – Análise fatorial dos parâmetros das pastas de amêndoa

Quadro 25 - Valores próprios da matriz de correlação, variabilidade total e valores cumulativos das amostras

	Valor Próprio	% Variância Total	Valor Próprio Cumulativo	% Cumulativo
1	5,760411	64,00456	5,760411	64,0046
2	2,126063	23,62293	7,886474	87,6275

Quadro 26 - Análise fatorial das componentes principais dos parâmetros químicos e sensoriais das amostras de pasta de amêndoa

Parâmetros	Fator 1	Fator 2
L*	-0,661621	0,741283
C	-0,769580	-0,359688
H	-0,754449	0,593122
Aspetto Geral	-0,774812	-0,324689
Aroma	-0,915057	-0,360333
Adesividade	-0,835048	0,184102
Gosto	-0,868799	-0,382555
Cor	-0,867065	-0,456770
Homogeneidade	-0,720861	0,686478